

Национальная академия наук Беларуси
Государственный комитет по науке и технологиям
Республики Беларусь
Белорусский республиканский фонд
фундаментальных исследований
Научно-исследовательский центр проблем
ресурсосбережения НАН Беларуси
Институт тепло- и массообмена НАН Беларуси
Белорусский государственный научно-производственный
концерн порошковой металлургии
Учреждение образования «Гродненский государственный университет
имени Янки Купалы»
Гродненский областной комитет природных ресурсов
и охраны окружающей среды

ЭНЕРГО- И МАТЕРИАЛОСБЕРЕГАЮЩИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**Тезисы докладов VIII международной
научно-технической конференции**

Гродно, 29-30 октября 2009 г.

Гродно, ГрГУ им. Я. Купалы, 2009

УДК 504.064.43:691.33:699.86(043.2)
ББК 20.1 я 43
Э65

Редакционная коллегия:
*А.И.Свиридёнков (отв. редактор), В.А. Бородуля,
А.Ф. Ильющенко, И.Г.Новик.*

Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии : тез. докл. VIII междунар. науч.-техн. конф., Гродно, 29-30 окт. 2009 г. /НАН Беларуси [и др.]/; редкол.: А.И.Свиридёнков [и др.] – Гродно : ГрГУ, 2009. – 266 с.

ISBN 978-985-515-204-1

Тезисы содержат информацию о путях экономии первичных и рециклинга вторичных ресурсов на основе разработки и применения инновационных ресурсосберегающих и экологически чистых технологий в различных отраслях промышленности, строительстве, энергетике и сельском хозяйстве, охране окружающей среды. Адресовано всем интересующимся данной тематикой.

УДК 504.064.43:691.33:699.86(043.2)
ББК 20.1 я 43

ISBN 978-985-515-204-1

©Государственной научное учреждение
«Научно-исследовательский центр
проблем ресурсосбережения
НАН Беларуси», 2009

© Оформление Учреждение образования
«Гродненский государственный
университет имени Янки Купалы», 2009

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

С.А. Чижик

Президиум Национальной академии наук Беларуси, Беларусь, chizhik@presidium.bas-net.by

НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ – СТРАТЕГИЧЕСКИЙ РЕСУРС ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОНОМИКИ

Промышленное развитие последних десятилетий резко обострило возрастающую ресурсную недостаточность обеспечения мировых экономик, стимулировало научные исследования и разработки в направлениях с высоким потенциалом воздействия на современный мир (информатика, биотехнологии, нанотехнологии и др.).

Внедрение наукоемких технологий способно обеспечить экономический рост на основе инноваций, значительно повысить конкурентоспособность традиционных отраслей. Создание новых наукоемких производств и интенсивное технологическое обновление базовых секторов экономики на основе технологий V–VI укладов (альтернативная энергетика, клеточные технологии, генная инженерия, нанотехнологии, CALS–технологии и др.) является важнейшим условием успеха инновационного развития Республики Беларусь, ее глобальной конкурентоспособности. В условиях утверждающейся в мире экономики знаний интеллектуальная собственность все в большей степени интегрируется в экономическую, экспортную политику отечественных субъектов хозяйствования.

В докладе представлены основные положения и приоритетные направления принятой Общим собранием Национальной академии наук Беларуси Стратегии научной деятельности на период до 2015 года, направленной на инновационное развитие Республики Беларусь.

Развитие нанотехнологических исследований в Беларуси – один из стратегических путей создания и развития новых наукоемких, малоэнерго- и материалоемких конкурентоспособных производств. На примере разработок в области нанотехнологий и наноматериаловедения рассмотрены возможности создания высокоокупаемой наукоемкой продукции, формирования эффективных производств XXI века.

THE MODERN HIGH TECHNOLOGIES – THE STRATEGIC BASIS OF INCREASE RESOURCE- EFFECTIVENESS OF ECONOMY OF XXI CENTURY

Abstract:Development nanotechnological probes and manufactures in Byelorussia is a strategic route of building and development new high technology, lowpower–and material intensive competitive manufactures.

А.И. Свиридёнок

ГНУ «Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения НАН Беларуси»,
Беларусь, e-mail: resource@mail.grodno.by

РОЛЬ МЕСТНЫХ РЕСУРСОВ В УСТОЙЧИВОМ РАЗВИТИИ ГОСУДАРСТВА

Опыт работы последних лет в области оптимизации ресурсоэффективности и ресурсосбережения подтвердил, что основные виды ресурсов (энергетических, материальных, трудовых и информационных) взаимосвязаны и наиболее полезно используются только в комплексе.

Очевидно, что дисбаланс во внешней торговле во многом определяется высокой ресурсоемкостью и медленно растущей наукоемкостью ВВП, приводящих к недостаточной добавочной стоимости производимой в Республике Беларусь продукции.

Важнейшим из основных направлений решения названной проблемы является увеличение оптимального использования местных ресурсов, возможности которого достаточно велики. Прежде всего, это – импортозамещение, экономия ресурсов в технологических процессах и изделиях, повышение качества производимых товаров, рециклинг вторичных ресурсов и, как результат, улучшение экологической обстановки, дополнительное вовлечение в производство собственных природных ресурсов.

В *энергообеспечении* и *энергосбережении* в Беларуси ведутся работы в области использования водной энергии (Гродненская гидроэлектростанция), угля (Зельвенская электростанция); фрезерного торфа (г. Ошмяны Гродненской области); создаются производства синтетических видов топлива из растительного сырья (Гродненский ОАО «ГродноАзот»). Ведутся работы по энергетическому использованию вторичной древесины, водноугольных дисперсий, гелио- и ветроэнергии, водорода, геотермальных вод. Среди перспективных технологий: переработка дешевых марок углей в кокс и горючий газ, разработка и широкое внедрение сверхярких светодиодов (при равной светимости вместо 100-ваттной лампочки накаливания они потребляют 3 – 5 ватт и служат до 20 лет).

Особое внимание уделяется строительству атомной электростанции. При этом, видимо, при ее проектировании следует обратить внимание на российские разработки реакторов с ториевым циклом и опыт в этой области США, Индии, Норвегии и Израиля.

Ресурсообеспечение (материалы, сырье, комплектующие) и *ресурсосбережение* также находится в центре научно-технической деятельности белорусских ученых и специалистов, о чем свидетельствуют опубликованные в настоящем сборнике большое количество тезисов. Посвящены они, в основном, ресурсосберегающей модернизации устаревших технологий, а также использованию вторичных промышленных ресурсов.

Разработан проект новой государственной программы сбора и переработки бытовых отходов. Продолжает эффективно работать государственная научно – техническая программа «Ресурсосбережение-2010»; реализация результатов которой в 2008 году позволила на 1 рубль общих затрат получить 13,4 руб. новой ресурсосберегающей продукции.

Выгодным экспортным продуктом может быть наша вода. Велика вероятность на северо-западе республики крупных залежей полиметаллических руд, содержащих высококачественные железо, никель, ванадий, медь, титан.

С целью повсеместной интенсификации ресурсоэффективной деятельности нужно создавать специальную нормативную базу ресурсосбережения и, прежде всего, основы законодательства и рационального ресурсопотребления и ресурсосбережения в Республике Беларусь, а также «Закон о рациональном использовании материально-сырьевых ресурсов». Потенциал тактического и стратегического ресурсосбережения не менее 30% ВВП.

В современных условиях *трудовые* ресурсы стали определяющими в инновационном развитии страны. Прежде всего это касается подготовки новых кадров высшего и среднего уровня. Будущие научные и инженерные кадры должны отвечать следующим основным критериям: обладать креативным мышлением, способностями к самообразованию, быть дееспособными и обладать высокой культурой и коммуникабельностью во взаимодействии с иностранными партнерами, умением работать в коллективе и с коллективом. Необходимо ввести в соответствующие инженерные курсы высшего и среднего образования разделы, посвященные ресурсосберегающим знаниям и методам расчета, проектирования и эксплуатации новой ресурсосберегающей техники.

Информационные ресурсосберегающие ресурсы становятся все более дорогими и поэтому важно создать условия для их создания, передачи, защиты от хищений и несанкционированного их использования.

Всего в республике издается около 50 научно–технических журналов, публикующих 2200 – 2500 статей в год, из которых около 500–700 содержат ресурсосберегающую информацию; патентуется 1000–1200 изобретений, поддерживаются действующими около 1000 патентов, не более 20% которых содержат сведения о ресурсосберегающих технологиях. Этого, конечно, мало для обеспечения широкой ресурсосберегающей деятельности.

Важное место в решении проблемы ресурсообеспечения и ресурсосбережения занимают вопросы создания инфраструктуры.

Очевидно, что в современных условиях основным источником инновационных идей являются научные учреждения. Но далеко не все они имеют условия для опытной проверки новых предложений и доведения их до возможности коммерческого использования. Для НИИ и вузов выгодно в порядке опытно–конструкторской проверки изготавливать и реализовывать новую продукцию в рамках своего внутреннего структурного подразделения (например, на экспериментально–исследовательской базе или инновационном участке). Без промежуточной инновационно–коммерческой проверки и обеспечения охраны интеллектуальной собственности передача по–настоящему новых идей в другие предприятия, где авторы могут потерять права на свои разработки, проблематична. При успешной практической проверке идеи, развитии спроса и объема выпуска продукции такие разработки можно было бы передавать для производства в инновационные предприятия. Для этого указом Президента Республики Беларусь «О некоторых мерах по стимулированию инновационной деятельности в Республике Беларусь» установлено, что научные и образовательные учреждения имеют право учреждать приносящие доходы унитарные предприятия. Им предоставлены значительные налоговые льготы и освобождение от таможенных пошлин, расширены права хозяйственной деятельности и т.д.

В нашей стране с 15 июня 2007 года действует Директива № 3 Президента Республики Беларусь «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государств», в которой он обратился с призывом к директорскому корпусу, ученым, конструкторам, проектировщикам, технологам и другим специалистам приложить максимум усилий к разработке и внедрению новой техники, высокоэкономичных малоотходных и безотходных технологических процессов, обеспечивающих экономно топливно–энергетических и материальных ресурсов.

Актуальность проблемы ресурсосбережения повышается с каждым годом.

THE ROLE OF LOCAL RESOURCES IN THE SUSTANABLE STATE DEVELOPMENT

Abstract: The paper analyses the today's situation on the resources saving problems in Belarus, modern challenges and perspectives.

А.А. Михалевич¹, З.С. Пархомова²

¹ ГП «Институт энергетики НАН Беларуси», Беларусь,

² ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В.Лыкова НАН Беларуси», Беларусь

О ХОДЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ КОМПЛЕКСНОЙ ПРОГРАММЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ «ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ» НА 2006-2010 гг.

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 28 ноября 2005 г. № 1339 «Об утверждении государственных программ фундаментальных и прикладных научных исследований в области естественных, технических, гуманитарных и социальных наук на 2006 – 2010 годы» утверждена Государственная комплексная программа научных исследований на 2006 – 2010 годы «Исследования и разработки по повышению надежности энергоснабжения, эффективности производства и потребления энергии, замещению импортируемых топливно-энергетических ресурсов местными и возобновляемыми источниками энергии с целью усиления энергетической безопасности страны» (ГКПНИ «Энергобезопасность»)

Целями ГКПНИ «Энергобезопасность» являются разработка научно-обоснованных предложений по созданию нового оборудования, технологических процессов, систем управления, обеспечивающих укрепление энергетической безопасности страны в следующих направлениях: модернизация основных производственных фондов Белорусской энергосистемы на основе современных технологий; увеличение доли собственных топливно-энергетических ресурсов в энергобалансе страны; развитие нетрадиционных и возобновляемых источников энергии; повышение эффективности использования топлива, тепловой и электрической энергии в производстве и социальной сфере; снижение вредных выбросов в окружающую среду; совершенствование методологии оценки и мониторинг состояния энергетической безопасности страны.

В Программе выполняются 40 заданий, работы по которым ведутся в 13-ти организациях Национальной академии наук Беларуси; 5-ти организациях Министерства образования Республики Беларусь и 2-х предприятиях народного хозяйства.

Результаты выполнения программы используются в производственном процессе, его обслуживании и управлении, для следующих отраслей народного хозяйства Республики Беларусь:

для предприятий **Минэнерго** разрабатываются – программно-вычислительный комплекс для анализа режимов и потерь электроэнергии в электрических сетях, методы расчета повышения электродинамической

стойкости и аэродинамической стабильности токоведущих конструкций с гибкими проводами электроустановок энергосистем, концепция повышения надежности и эффективности управления системами централизованного теплоснабжения городов и населенных пунктов и др.;

для **Департамента по энергоэффективности Госстандарта** – методология энергобезопасности и системы комплексного энергообеспечения агрогородков в Республике Беларусь;

для **Минстройархитектуры** – стандартизированные методики по тепловой диагностике зданий, коррозионно-устойчивые энергоэффективные калориферы;

для предприятий **Минжилкомхоза** разрабатывается экспериментальный образец для получения жидких и газообразных энергоносителей из местных топливно-энергетических ресурсов;

для **Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь** разрабатываются новые эффективные методы и средства повышения безопасности объектов топливно-энергетического комплекса Республики Беларусь, основанные на применении новых уплотнительных и огнезащитных материалов и технологий;

для предприятий **Минпрома** – продолжается разработка современной автоматизированной системы управления режимами нагрева металла в газопламенной печи; методы тепловой оптимизации конструкции нагревательных печей и технологического процесса нагрева;

для **Минлесхоза** – разрабатываются методы лесохозяйственного освоения выработанных торфяников с целью получения биотоплива для нужд энергетики, методология оценки древесно-топливных ресурсов и определение масштабов эффективного использования древесных ТЭР в энергетике, методы получения жидкого топлива на основе возобновляемого древесного сырья Республики Беларусь.

Разрабатываются новые технологии для перспективных инновационных производств:

– технология получения синтез-газа для газопоршневых когенерационных установок;

– разрабатываются методы получения высокоэффективных тонкопленочных фотопреобразователей на основе прямозонных полупроводников Cu(In,Ga)(S,Se)_2 ;

– продолжают работы по разработке и исследованию преобразователей солнечной энергии на основе донорно-акцепторных гетеропереходов в многоуровневых органических и гибридных системах на гибкой полимерной подложке.

О высокой заинтересованности в результатах работ по ГКПНИ «Энергобезопасность» говорит тот факт, что за 2006 – 2009 гг. полученные в

рамках выполнения работ по ГКПНИ «Энергобезопасность» результаты использованы в ходе выполнения более 60 хозяйственных договоров и контрактов с объемом 2,5 млрд. руб., а также при выполнении 15 международных контрактов.

С начала реализации программы установлены более 30 закономерностей, создано около 100 новых методов и методик, 130 объектов новой техники, получено 28 охранных документов на созданные при выполнении заданий программы объекты промышленной собственности, подано 17 заявок на предполагаемые изобретения, опубликовано 380 научных работ, из них 5 монографий, 6 справочников и энциклопедий, издано 7 учебных пособий для высшей школы.

Результаты исследований использованы при разработке новых редакций Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь, утвержденной Указом Президента Республики Беларусь от 17.09.07г. №433 и Государственной комплексной программы модернизации основных производственных фондов Белорусской энергетической системы, энергосбережения и увеличения доли использования в республике собственных топливно-энергетических ресурсов в 2006 – 2010 годах, утвержденной Указом Президента Республики Беларусь от 15 ноября 2007 г. № 575.

ABOUT THE COURSE OF PERFORMANCE OF THE STATE COMPLEX PROGRAM OF SCIENTIFIC RESEARCHES «POWER SAFETY» ON 2006-2010

Abstract: Preliminary results of performance of the state complex program of scientific researches – «Power Safety» are considered.

А.Ф. Ильюшенко, А.В. Кухарев, В.Н. Федорович

ГНУ «Институт порошковой металлургии ГНПО ПМ НАН Беларуси», Беларусь

ГОСУДАРСТВЕННАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА "РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ-2010" – ВЫПОЛНЕНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проблемы оптимизации ресурсопотребления, создание ресурсосберегающих технологий и модернизация существующих технологий являются определяющими в обеспечении устойчивого развития Республики Беларусь. В соответствии с утвержденными приоритетными направлениями научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2006 – 2010 годы, на этот пятилетний период действует государственная научно-техническая

программа «Разработка методов ресурсоэффективной модернизации межотраслевых промышленных технологий и использования местных, в том числе вторичных материально-сырьевых ресурсов» (ГНТП «Ресурсосбережение – 2010»).

Цель программы – научно-техническое обеспечение плановых ориентиров социально-экономического развития Республики Беларусь по снижению ресурсоемкости ВВП, повышение конкурентоспособности промышленной продукции путем снижения производственных и эксплуатационных затрат, улучшение экологической обстановки за счет снижения образования отходов производства, использования вторичных ресурсов и экологически чистых технологий.

Анализируя итоги выполнения планов освоения в 2007 – 2008 годах, можно сделать вывод, что в результате производства продукции, разработанной по завершенным в 2005 – 2008 годах заданиям, было сэкономлено: электроэнергии – 3190,0 тыс. кВт, углеводородного топлива – 14406,3 т.у.т., материальных ресурсов – на сумму 2941,0 тыс. у.е., трудовых ресурсов – 15998,0 чел./день. За период освоения с 2006 года по 2008 год по 25 заданиям, включенным в отраслевой план освоения 2008 года, выпущено товарной продукции на сумму 53861,6 тыс. у.е. Общие затраты по включенным в план освоения заданиям составили 1937,3 тыс. у.е., в т. ч. из средств республиканского бюджета – 939,9 тыс. у.е. Таким образом, на единицу затрат по заданиям, вошедшим в план освоения 2008 года, в настоящее время произведено продукции на 13,4 ед., в том числе на единицу затрат из республиканского бюджета – на 27,5 ед.

В отраслевой план освоения за 1-е полугодие 2009 года включены 9 заданий, завершенных в 2006 – 2008 гг.. За 1-е полугодие 2009 года при освоении 9 заданий, завершенных в 2006 – 2008 гг., освоено новой продукции на сумму 2 137,7 тыс. у.е., что составляет 40 % от запланированной величины (5 368,8 тыс. у.е.). Выпущено 12 единиц оборудования, более 32,4 тыс. шт. различных изделий; изготовлено 4407,2 т металлургической продукции, 3,5 тыс. т обвязочного материала и др.

Среди важнейших видов товарной продукции, освоенной за 2005 – 2009 гг., теплоизоляционные сборно-разборные изделия, крупногабаритные штампы, изделия из жаростойких хромоникелевых сталей, прокатные ролики, поковки, лигатуры и изделия из сплавов с использованием лигатур, полуфабрикаты из алюминиевой стружки, шлифовальные головки, канатная смазка, рулонный кровельный материал, огнеупорные материалы, пластики стирольные модифицированные, плиты древесноволокнистые, кормовые добавки, теплогенераторы с повышенным КПД, фильтрующие элементы, чугуны на горячей шихте и др.

По итогам выполнения программы за 2006 год – 1-е полугодие 2009, года было разработано 12 технологических инструкций; 31 комплект ТД; 24 технологических регламента; 48 комплектов КД; 6 технических условий; 11 комплектов программ и методик испытаний. Исполнителями в 2006 – 2009 году были поданы 25 заявок на получение патента, получено 14 патентов, опубликовано 44 статьи и сделан 31 доклад, сдана в печать 1 монография.

В качестве примера наиболее эффективных можно отметить следующие задания программы:

– технология производства древесноволокнистых плит средней плотности с созданием полужамкнутой системы водопользования (задание 1.70, организация-исполнитель – БГТУ) внедрена на

ОАО «Витебскдрев. Общий объем выпуска продукции за 2006 – 2008 гг. составил 19,0 млн. м² на сумму 15800,0 тыс. у.е. За этот период было сэкономлено около 380,0 т импортных фенолоформальдегидных смол на сумму 167,0 тыс. у.е. Затраты на разработку составили 92,6 тыс. у.е., из средств республиканского бюджета – 31,8 тыс. у.е.;

– технология производства канатной смазки на основе отходов крекинга масляных фракций (задание 2.80, ГНУ ИПИПРЭ НАНБ) внедрена на ОАО «Завод горного воска». Продукция предназначена для экспорта в Россию и Украину. За 2006 – 2008 гг. выпущено более 6,0 тыс.т канатной смазки на сумму 3620.0 тыс.у.е. За этот период сэкономлено материальных ресурсов на 815 тыс.у.е. Затраты на разработку составили 73,9 тыс.у.е., из средств республиканского бюджета – 37,3 тыс.у.е.

Высокая результативность выполнения программы наряду с актуальностью задач, решаемых в ее рамках, определила необходимость формирования ГНТП «Разработать технологии рециклинга вторичных ресурсов и осуществить ресурсосберегающую модернизацию промышленных технологий многоотраслевого назначения» («Ресурсосбережение – 2015») на 2011 – 2015 годы, как продолжение ранее реализованных ГНТП периодов 2001 – 2005 гг. и 2006 – 2010 гг. Такая работа проводится в настоящее время Государственным комитетом по науке и технологиям Республики Беларусь при участии ГНПО ПМ.

THE STATE TECHNOLOGICAL PROGRAM «RESOURCE SAVING-2010» – FULFILMENT AND REALIZATION OF OUTCOMES

Abstract: Under totals of fulfilment of the program for 2006 year – 1 half–year 2009 year has been developed 12 technological instructions; 31 technical documentation set; 24 production schedules; 48 kits of CD; 6 specifications; 11 kits of programs and testing procedures. Initiators in 2006 – to 2009 year had been conveyed 25 applications for obtaining

of the patent, 14 patents are received, 44 articles are published and 31 report is made, 1 monography is handed in a printing.

Е.И. Марукович, Е.М. Патук

ГНУ «Институт технологии металлов НАН Беларуси», Беларусь,
e-mail: info@itm.by

НОВЫЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЬЯ

Необходимые характеристики и качество материалов во многом определяются технологиями, применяемыми при их производстве. Именно этому направлению в исследованиях Института технологии металлов НАН Беларуси уделяется основное внимание. Институт постоянно совершенствует уже известные и создает новые виды литья. За последние годы освоены технологии непрерывного горизонтального литья прутков из чугуна и сплавов на основе меди, непрерывного литья армированной хлористомедной ленты для водоактивируемых источников тока, непрерывно-циклического литья намораживанием чугунных заготовок гильз. Также мы освоили процесс электрошлакового переплава для получения биметаллических отливок с повышенным сроком эксплуатации, научились получать высококачественные литые заготовки цинковых анодов для гальванических производств из их отходов и заготовки из алюминий-кремниевых сплавов с наноструктурным кремнием методом литья закалочным затвердеванием. Разработанные процессы литья позволили получить новые, современные литые материалы с высочайшими потребительскими свойствами из черных и цветных металлов и сплавов, повысить качество литья. Процессы обеспечивают рециклинг отходов цветных металлов и сплавов и основаны на снижении норм расходования сырьевых и топливно-энергетических ресурсов. Технические решения по разрабатываемым технологиям защищены патентами.

Примером разработки технологии высокого уровня является созданный экологически чистый ресурсосберегающий технологический процесс и оборудование для получения профильных заготовок из чугуна и бронзы методом горизонтального непрерывного литья.

Разработки Института технологии металлов НАН Беларуси востребованы промышленным комплексом. Примером успешного сотрудничества Института с предприятиями может служить импортозамещающая ресурсосберегающая технология получения литых цинковых анодов для Белорусского металлургического завода. Высокий уровень научно-технических достижений Института отмечен двумя золотыми, серебряной и бронзовой медалями Московского Международного

салона инноваций и инвестиций, золотой и двумя серебряными медалями ежегодной выставки – конгресса «Высокие технологии. Инновации. Инвестиции» (г. Санкт-Петербург).

NEW RESOURCE SAVING CASTING PRACTICES

Abstract: The high level of technological achievements of Institute is noted by two golden, silver and bronze medals of the Moscow International interior of innovations and investments, golden and two silver medals of an annual exhibition – congress «High technologies. Innovations. Investments» (Saint Petersburg).

В.А. Бородуля¹, С.М. Добкин², С.А. Галуза³, И.Г. Лосовский⁴

¹ ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В.Лыкова НАН Беларуси», Беларусь,

² ОАО «Головное специализированное конструкторское бюро по комплексу оборудования для микроклимата», Беларусь,

³ Ошмянское РУП ЖКХ, Беларусь

⁴ Управление ЖКХ Гродненского облисполкома, Беларусь

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ В ЖКХ ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ ПЕРВОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ С КИПАЩИМ СЛОЕМ НА ФРЕЗЕРНОМ ТОРФЕ

Сегодня в мировом масштабе использование торфа в качестве источника энергии незначительно, однако в некоторых странах на его долю приходится от 10 до 20% используемой энергии. Так, например, в Финляндии в 2006 г. добыто 15,1 млн. тонн торфа для нужд энергетики. Удельный вес его использования в выработке тепловой энергии составляет 17,5%, электрической – 5,3%.

В недрах Республики Беларусь также имеются значительные ресурсы торфа, освоение которых может оказать заметное влияние на экономику страны. Общая площадь торфяного фонда составляет ныне 2,4 млн. га с геологическими запасами торфа около 4,2 млрд. тонн. Залежи торфа распределены по всем областям и районам республики, но наиболее богаты ими Минская, Витебская и Гомельская области. В общем объеме котельно-печного топлива доля торфа в 2012 г. в энергетике республики должна составить 1,2 млн. тонн условного топлива (тут), а в перспективе к 2020 г. может возрасти до 1,5 млн. тут.

Для оперативного увеличения объемов добычи торфа для нужд энергетики и коммунально-бытового топлива в соответствии с Директивой

Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. №3 «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства» разработана Государственная программа "Торф". В ней предусматриваются работы по оценке торфяного фонда страны и его перераспределению по целевым фондам, отводу новых площадей для добычи торфа, обоснованию и разработке экологобезопасных и ресурсосберегающих технологий и соответствующего оборудования по добыче, переработке и сжиганию торфа.

Однако перевод котлов на использование торфа в существующих котельных осуществляется пока в основном путем смешения торфа с другими видами топлива. Кроме того, они не предназначены для сжигания фрезерного торфа, в то время как для нужд энергетики торф добывается в основном фрезерным способом.

Одной из перспективных технологий, позволяющих эффективное использование торфа любой влажности, является технология сжигания низкосортных твердых топлив в «кипящем» слое, которая позволяет также эффективно использовать бурые угли и сланцы. С этой целью Институтом тепло-и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси совместно с ОАО ГСКБ (г. Брест) течение ряда лет разрабатываются водогрейные и паровые котлы мощностью 0.12–4.0 МВт с топками кипящего слоя.

В настоящее время на котельной РУП ЖКХ в квартале Строителей г. Ошмяны Гродненской области ОАО «ГСКБ» (г. Брест) завершены пусконаладочные работы и пущен в опытную эксплуатацию первый отечественный водогрейный котел с топкой кипящего слоя тепловой мощностью 3,0 МВт. Разработанный котел КВ–Ф–3,0Т предназначен для сжигания фрезерного торфа с влажностью (W^p) до 65% при содержании золы (A^c) до 30% и выше, полностью автоматизирован, имеет механизированные топливоподачу, систему очистки дымовых газов и золоудаление.

При существующих ценах на энергоносители: газ – 610 тыс. руб. за 1000 м³, торф – 48 тыс. руб. за 1 тонну, экономический эффект при использовании торфа вместо природного газа составит на данной котельной 401,0 млн. руб./год с ориентировочным сроком окупаемости капитальных вложений на её реконструкцию 5,8 лет.

EXPERIENCE OF AN INTRODUCTION IN HOUSING AND COMMUNAL SERVICES OF GRODNO RANGE OF THE FIRST DOMESTIC AUTOMIZED BOILER INSTALLATION WITH FLUID BED ON MILLING PEAT

Abstract: At current prices of power supplies: gas of-610 thousand rbl. for 1000 m³, peat - 48 thousand rbl. for 1 ton, economic benefit at use of peat instead of a natural gas will make on the given boiler room 401,0 million rbl. / year with rough payback time of capital investments on its renovation 5,8 flying.

Р.Г. Идиятуллин, Ю.Я. Петрушенко, И.Ш. Фардеев

Казанский государственный энергетический университет, Россия,
e-mail: mcelt@rambler.ru

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Основным стратегическим направлением развития электроэнергетики является модернизация объектов электроэнергетики на основе современных энергосберегающих технологий.

Проведены многочисленные исследования режимов работы и электрических параметров сетей и потребителей. Обработка результатов вероятностно-статистическими методами показала, что коэффициент реактивной мощности ($\text{tg}\varphi$) имеет большую дисперсию и превышает предельно допустимое значение в несколько раз.

Потери электроэнергии за последние 10 лет из-за ежегодного возрастания $\text{tg}\varphi$ возросли до 14% относительно суммарно отпускаемой электроэнергии в сети РФ и имеют тенденцию к ежегодному росту.

Установлено: обеспечение надёжности электроснабжения требует технического перевооружения электрических сетей напряжением 220 кВ и ниже. Для компенсации изменений частоты и напряжения в узлах электроэнергетических систем в целях поддержания их в заданных пределах система должна располагать достаточными регулируемыми резервами активной и реактивной мощности.

Определены основные пути оптимизации потоков реактивной мощности в структуре системы электроснабжения: внедрение в системы передачи, распределения и потребления компенсаторов реактивной мощности; приведение производственного технологического процесса в соответствие с номинальными (расчётными) нагрузками; внедрение нового асинхронного электропривода, обладающего компенсирующими свойствами

ENERGY SAVING TECHNOLOGIES OF THE RATIONAL USE OF THE REACTIVE POWER IN THE POWER SUPPLY SYSTEMS

Abstract: The important problem of electric power industry is decrease in consumption of reactive power. Researches show that the increased consumption of reactive power leads to considerable losses by transfer and distribution of electric energy. Are defined the basic ways of optimisation of consumption of reactive power to electrical supply systems: introduction of compensating devices and optimisation of technological process.

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ И НЕТРАДИЦИОННЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ

В.Ф. Багинский

УО «Гомельский государственный университет им. Ф.Скорины», Беларусь,
e-mail: bagvf@mail.ru

ЗАПАС ДРЕВЕСНОГО ОТПАДА В ХВОЙНЫХ ДРЕВОСТОЯХ БЕЛАРУСИ

Древесный отпад (далее отпад) является важным потенциальным топливом для диверсификации энергоносителей. До недавнего времени он почти не использовался, утилизируясь в лесу естественным путем. В настоящее время в связи с необходимостью широкого использования местного топливного сырья отпад должен быть вовлечен в хозяйственный оборот. В то же время точность, с которой оценены запасы отпада, невысока: 30 – 50 %. Оценки древесного отпада в лесах Беларуси колеблются от 9 до 22 млн. м³. Неопределенность вносит переход от нормальных древостоев к насаждениям с меньшей полнотой, который осуществляют методом линейной интерполяции. Для запаса такой переход правомерен, но для отпада могут существовать иные закономерности.

Нами проведено исследование зависимости величины отпада сосны и ели от таксационных показателей древостоя. Установлено, что для фиксированных значений возраста и класса бонитета модель изменения отпада при снижении полноты выражается полиномом 3 степени с 2 точками перегиба – при полнотах 0,8 – 0,9 и 0,5 – 0,6. Для этих полнот, которыми в наибольшей степени характеризуются древостои Беларуси, метод линейной интерполяции дает завышение результатов на 20 – 40 % в зависимости от возраста.

Используя полученные уравнения связи отпада с полнотой хвойных древостоев, пересчитали его величину для сосновых и еловых лесов Беларуси. Для сопоставления вычисления отпада при разных полнотах проведены также методом линейной интерполяции.

В результате расчетов по выведенным нами моделям получили, что запас отпада сосновых древостоев в лесах Беларуси составляет по сосне 8,1 млн.м³, по ели 0,9 млн.м³, и всего 9 млн.м³. Учитывая, что заготовка отпада в молодняках при современных технологиях его заготовки и трелевки экономически нецелесообразна, то расчетную величину отпада, возможного к использованию как топлива, в хвойных насаждениях можно принять в 6,5 – 7 млн.м³, а запас,

который ежегодно можно реально заготавливать составит 3 – 4 млн.м³, что эквивалентно 0,8 – 1 млн.т условного топлива.

THE VOLUME OF DEAD WOOD IN CONIFEROUS STANDS IN BELARUS

Abstract: A model has been developed of dependence of the volume of dead wood on the estimated features of a stand. Currently available methods for estimating the volume of dead wood in coniferous stands through the dead wood value in yield tables corrected for modal density were demonstrated to overestimate the volume of dead wood by 40 percent. In Belarus the annual volume of dead wood in spruce and pine forest stands obtained via the currently available and out-dated techniques amounts to about 9 million m³ and 15.1 million m³, respectively. Not counting dead wood in young stands (there is little point in special-purpose harvesting of dead wood in these stands), the potential volume of dead wood in coniferous stands will amount to 7 million m³, including 6.1 million m³ in pine stands and 0.9 million m³ in spruce ones

В.Ф Багинский¹, Ф.Ф. Бурак²

¹Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Беларусь,
e-mail: bagvf@mail.ru

²Республиканское дочернее унитарное лесоустроительное предприятие
«Гомельлеспроект», Беларусь, e-mail: lespro@mail.gomel.by

РЕСУРСЫ ЧЕРНООЛЬХОВЫХ ЛЕСОВ КАК ИСТОЧНИКА ДРЕВЕСНОГО ТОПЛИВА

Ольха черная в лесах Беларуси занимает площадь около 670 тыс. га. Запас древесины этой породы составляет около 110 млн.м³, в том числе 27 млн.м³ в спелых насаждениях. Ежегодная расчетная лесосека по ольхе равна 0,7 млн.м³ в ликвиде. При этом дровяная древесина составляет около 300 тыс.м³, а отходы лесозаготовок 100 тыс м³. Таким образом, общий ресурс дровяной древесины из расчетной лесосеки у ольхи черной составляет около 400 тыс.м³. Рубки ухода в насаждениях ольхи черной в силу ее труднодоступности и монодоминантности этих древостоев проводятся в весьма ограниченных объемах.

Хотя запасы дровяной древесины в лесосечном фонде здесь значительны, но заготовить и вывезти их сложно. В силу сказанного, последние 15 – 20 лет расчетная лесосека по ольхе черной постоянно недоосваивалась на 25 – 40%. Учитывая, что за 15 лет недоруб составил более 1,5 млн.м³, то ресурсы топлива увеличились здесь на

300 – 400 тыс.м³. В древостоях ольхи черной древесный отпад составляет около 1,6 – 1,8 млн.м³, но его заготовка в ближайшие годы проблематична, учитывая, что даже лесосеку по главному пользованию не удастся освоить.

Таким образом, потенциал топливной древесины черноольшанников можно оценить в 400 тыс.м³ дров и лесосечных отходов, к которым в течение 5 – 10 лет можно добавлять по 100 – 150 тыс.м³ недорубов и около 1,7 млн.м³ древесного отпада, где реально заготовить с помощью существующих технологий не более 100 – 150 тыс.м³.

Итого, на ближайшие годы годичный запас топлива из этих древостоев может составить 500 – 600 тыс м³, что эквивалентно 90 – 100 тыс.т. условного топлива.

RESOURCES OF BLACK ALDER FORESTS AS THE CONTRIBUTORS OF WOOD FUEL

Abstract: The potential stock of wood fuel, including fuel wood, logging residues and dead wood, in black alder forests varies from 500 to 600 thousand m³. However, in the coming 2–3 years the actual volume of delivery of wood fuel from the black alder stands will be several times smaller due to technical and technological difficulties associated with its harvesting and removal.

В.А. Бородуля, Л.М. Виноградов

ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова» НАН Беларуси,
Беларусь, e-mail: dsl@hmti.ac.by

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ С КИПАЮЩИМ СЛОЕМ

Водоугольное топливо (ВУТ) является одним из эффективных заменителей дефицитных природных ресурсов – газа и жидкого топлива.

Водоугольное топливо содержит 60 – 70% тонкоизмельченного угля размером 45 – 350 мкм, 30 – 40% воды, а также около 1% поверхностно-активного вещества, которое повышает прочность системы «жидкость – твердая фаза». Температура воспламенения ВУТ составляет 450 – 650°С, температура горения – от 950 до 1050°С. Степень выгорания топлива достигает 99,5%. Такие благоприятные условия горения позволяют существенно снизить содержание в продуктах сгорания оксидов азота (до 2 раз), оксида углерода (в 2 раза) и бенз(а)пирена (в 5 раз). Вместе с тем особенности ВУТ и

сравнительно невысокая низшая теплота сгорания – от 1200 до 1700 кДж/кг требуют определенных условий для надежного воспламенения и устойчивого горения в топках котлов.

Наиболее эффективным представляется сжигание ВУТ в низкотемпературном (800 – 900°C) кипящем слое (КС). Свойства ВУТ согласуются с требованиями технологии КС, поскольку оно обладает определенными достоинствами по сравнению с обычным углем.

Так, задаваемое ВУТ как жидкому композиционному топливу качество позволяет оптимизировать процессы его хранения, подачи в топку и горения в кипящем слое. Высокую полноту сгорания обеспечивает активная роль на всех стадиях горения содержащаяся в ВУТ вода. ВУТ позволяет рационально использовать образующуюся при добыче и транспортировке угольную мелочь.

При подаче ВУТ на сжигание в кипящий слой в виде капель происходит их подсушка, повышение температуры поверхности и образование наполняющих слой пористых угольных агломератов. Агломераты обладают прочностью, достаточной для длительного пребывания в слое, что способствует полноте сгорания топлива, равномерности распределения его по сечению слоя и устойчивости процесса горения.

При приготовлении, хранении и сжигании ВУТ, в основном, используются стандартные технологическое оборудование и контрольно–измерительные приборы, широко применяемые в промышленности, что создает условия для автоматизации рассматриваемых процессов, упрощает технологические схемы установок и их обслуживание.

PERSPECTIVES OF USE OF WATER-COAL FUEL IN HEAT POWER INSTALLATIONS WITH FLUID BED

Abstract: The possibilities of the use of low-grade coals and peat in the form of water – coal fuels (WCF) are considered. The advantages of WCF combustion in a fluidized bed are shown.

**Л.Л. Васильев¹, Ю.Н. Матвеев², А.С. Журавлёв¹, А.А. Антух¹,
Л.А. Драгун¹, А.П. Цитович¹**

¹ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси», Беларусь

²ООО «Внедренческое предприятие «Альтернатива»

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ НА ТВЕРДЫХ СОРБЕНТАХ

Для уменьшения энергоемкости ВВП, уменьшения потребления импортируемого в Республику Беларусь углеводородного топлива и повышения эффективности его использования целесообразно широкое применение экологически чистых неэлектрических тепловых машин. В Институте тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси (г. Минск) на протяжении последних десяти лет ведется изучение теплообменных процессов, лежащих в основе функционирования адсорбционных тепловых насосов, разрабатываются принципиальные схемы и конструкции этих тепловых машин, на предприятии ООО «Внедренческое предприятие «Альтернатива» (г. Брест) изготавливают опытный образец теплового насоса на твердых сорбентах мощностью 20 кВт, предназначенного для обогрева помещений за счет тепла грунта либо грунтовых вод.

Высокая эффективность термодинамического цикла, и, как следствие, увеличение преобразуемой за отдельный цикл удельной энергии адсорбционных машин достигается путем реализации научных результатов, полученных при изучении процессов в основных узлах теплового насоса – адсорберах, заполненных композитным сорбентом, и испарителях/конденсаторах, внутренняя поверхность которых покрыта пористым слоем для повышения интенсивности теплообмена при испарении жидкого хладагента.

Исследования теплообмена при фазовых переходах и процессах сорбции были направлены на поиск способов интенсификации теплообмена при парообразовании, создание модифицированных сорбентов с улучшенными сорбционными свойствами и определение их поглощающей способности. Результаты экспериментов показали, что нанесение на поверхность теплообмена пористого покрытия из спеченного металлического порошка способствует росту интенсивности теплоотдачи в 8 – 10 раз по сравнению с гладкой поверхностью, изменением внешних условий можно добиться дополнительного улучшения этой характеристики процесса. Модифицированные сорбенты на основе активированного угольного волокна «Бусофит» производства Светлогорского ПО «Химволокно», синтезированные по созданной в институте тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси технологии, превосходят исходный материал по величине сорбционной емкости и обладают такой же высокой скоростью сорбции.

Расчеты показывают, что применение сорбционного теплового насоса мощностью 20 кВт позволит получать на 25 % больше тепла, чем прямое сжигание топлива. Срок окупаемости для серийного производства составит 4 года. Может быть создан базовый ряд сорбционных тепловых насосов

мощностью 20 кВт, предназначенных для обогрева и кондиционирования помещений офисов.

RESEARCH & DESIGN OF SOLID SORBENT HEAT PUMPS

Abstract: The information about the R & D of the solid sorbent heat pumps is presented. A high performance of the thermodynamic cycle is achieved due to a realization of the scientific results obtained during the study of processes in the main heat pump units, namely adsorbers and evaporators/condensers. The investigations of the heat transfer at phase transformations were directed on a search of the methods to enhance the vaporization heat transfer and to create modified sorbents with improved sorption properties. The experimental results showed that the sintered metal powder coating on a heat exchange surface promotes to a heat transfer intensification 8-10 as much in comparison with a plain surface. The sorbents on basis of the carbonic fibre modified by the technology originated in the Luikov Heat and Mass Transfer Institute excels the source material in a sorptive capacity.

The accounts show that an application of the solid sorption heat pumps with the power of 20 kW will allow to take 25 % more than a direct burning of a fuel material.

П.И. Волович, М.Ф. Исайчиков

ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», Беларусь, e-mail: forinst@server.by

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ И ВЫРАЩИВАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ДЛЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ

Повысить роль лесного хозяйства в решении энергетической проблемы страны возможно за счет получения древесного сырья быстрорастущих древесных пород, выращиваемых на неиспользуемых или плохо используемых землях. К таким землям относятся выработанные торфяники, площадь которых к 2010 году составит около 240 тыс. га и может достигнуть 400 тыс. га, с учетом – исключенных из сельхозпользования.

Определяющими факторами, обеспечивающими плодородие, а следовательно и успешность создания и выращивания лесных культур на выработанных торфяных месторождениях являются: тип болота (низинный, переходной, верховой) уровень грунтовых вод (УГВ) и остаточная мощность торфа.

На основании исследований разработана лесокультурная классификация выработанных торфяных площадей в зависимости от УГВ: затопляемые, заболачиваемые, низкие, средние и высокие. Лесокультурному освоению

подлежат средние и высокие поля всех типов болот. На низких полях низинного и переходного типов болот необходимо проводить содействие естественному возобновлению. Установлена и целесообразность выращивания ольховых насаждений на низких полях низинного типа болот.

Продуктивность лесных культур на выработанных торфяных месторождениях в значительной степени зависит от типа болот, мощности торфа, УГВ и выращиваемой древесной породы. В сопряжении с этими факторами, древостои сосны (I – II класса возраста) формируют запас от 30 до 340 м³/га. Технология создания культур базируется на обработке почвы в виде нарезки борозд. Посадка в дно борозды чаще отрицательно сказывается на показателях роста. На верховых типах болот обработку почвы можно не производить.

Перспективными древесными породами для выращивания на выработанных торфяных месторождениях верхового типа являются: сосна обыкновенная, береза пушистая (по кавальерам осушительных канав); переходного типа – сосна, береза, ель европейская; низинного – береза, ольха черная, сосна, ель.

FEATURES OF ESTABLISHING AND GROWING OF ARTIFICIAL STANDS FOR PURPOSES OF ENERGY

Abstract: The results of research are reported on the growth and productivity of timber species in relation to types of drained swamps, water tables and peat depths.

**В.П. Волостнов, А.П. Германович, М.А. Силенков,
Г.А. Фатеев, А.И. Чеклина**

ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова» НАН Беларуси, Беларусь, e-mail: itmo@htmo.by

СОЗДАНИЕ АВТОНОМНОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕТРО- И ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК И СРЕДСТВ АККУМУЛИРОВАНИЯ ВОДОРОДА КАК ВТОРИЧНОГО ЭНЕРГОНОСИТЕЛЯ

Анализ данных многолетних наблюдений Гидрометеорологического центра РБ и других организаций показал, что Беларусь располагает

значительным потенциалом возобновляемых источников энергии (ВИЭ) солнца и ветра. Теоретически возможный энергетический потенциал ветровой энергии, при среднегодовой скорости ветра 4,5 м/с на большей части территории, оценивается в 1600 МВт с годовой выработкой электроэнергии 6,5 млрд. кВт. ч, а технически реализуемый потенциал солнечного излучения – 2 млрд. кВт. ч в год. Реализация этого потенциала с использованием ветро- и фотоэлектрических установок позволяет экономить значительное количество энергоресурсов в виде ископаемого топлива.

Кроме использования ветро- и фотоэлектрических энергоустановок, присоединяемых к существующей энергосистеме, базирующейся на энергоустановках традиционных видов, определенный интерес представляет создание автономных энергосистем на основе ВИЭ солнца и ветра для энергоснабжения фермерских и крестьянских хозяйств, отдельных домов усадебного типа, в системе агротуризма и баз отдыха. Однако при всей привлекательности использования энергосистем с точки зрения экологии и независимости от централизованного энергоснабжения имеются и определенные проблемы при их реализации, связанные с необходимостью аккумулирования энергии.

Проведенный сравнительный анализ различных способов аккумулирования энергии, поступающей от ВИЭ в периоды ее не востребоваемости, показал, что наиболее целесообразно применение электрохимического способа аккумулирования с преобразованием запасаемой энергии в виде водорода, получаемого путем электролиза воды. Водород является универсальным вторичным энергоносителем и может быть преобразован в электроэнергию в электрохимическом генераторе (ЭХГ), в тепло путем сжигания или в качестве добавки к традиционным топливам с целью повышения их эффективности и снижения вредных выбросов.

По результатам проведенных исследований создана экспериментальная система для автономного энергоснабжения усадебного дома с суточным энергопотреблением 5 – 6 кВт. ч., состоящая из ветро- и фотоэлектрической установок, электролизера, металлгидридного аккумулятора водорода, водородной горелки.

DEVELOPMENT OF AUTONOMOUS RENEWABLE ENERGY SYSTEM USING WIND TURBINE AND PHOTOVOLTAIC ARRAY AND EQUIPMENT FOR HYDROGEN STORE

Abstract: An autonomous renewable energy (RE) system under developing for powering remote farms and separate house in system of agrarian tourism is described. The system is based on the wind turbine and photovoltaic (PV) array. When available the excess power from the RE sources is used to produce and store hydrogen. When not enough energy is produced

from the RE sources, the electricity is then regenerated from stored hydrogen via fuel cell system. Overview results on the performances of the used system equipment are presented.

В.В. Ивашко¹, И.И. Вегера¹, А.И. Михлюк²

¹ ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси», Беларусь,
e-mail: smto@tut.by

² РУП «МАЗ», Беларусь

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАГРЕВА ТОКАМИ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Темпы расширения области применения индукционного нагрева сдерживаются проблемами выбора современного оборудования, материалов, необходимостью разработки или корректировки технологических процессов, позволяющих обеспечить высокое качество выпускаемой продукции и снижения себестоимости. Не менее остро для республики стоят проблемы замены или модернизации оборудования, нагревательных устройств, совершенствования технологических процессов термической обработки.

Поэтому проведение мониторинга существующего оборудования, новых промышленных технологий индукционного нагрева и выработка рекомендаций его применения для термической обработки и операций нагрева на предприятиях Республики Беларусь является очень важной и экономически значимой задачей.

С целью получению достоверной общей картины наличия, технического состояния и использования на предприятиях республики высокочастотного и индукционного оборудования был проведен мониторинг более чем на 60 промышленных предприятиях. Анализ полученных данных показал, что в настоящее время на промышленных предприятиях Республики Беларусь в наличии находится и используется около 500 высокочастотных преобразователей. Причем около 50% из них это машинные генераторы, 38% ламповые, 10% тиристорные и 3% транзисторные генераторы. Лидерами по использованию индукционного оборудования среди предприятий являются: РУП МТЗ, РУП МАЗ, Борисовский завод «Автогидроусилитель», Белкард, Гомсельмаш. На данных предприятиях сосредоточено половина индукционного оборудования республики.

Как показал проведенный мониторинг более 50% индукционное оборудование на промышленных предприятиях используется для нагрева деталей под закалку ТВЧ, 30% используется для нагрева заготовок или

полуфабрикатов под последующую их деформацию в кузнечном, штамповом или прокатном производстве. По 10% в общем количестве операций с использованием индукционного нагрева занимают плавка черных и цветных металлов, а так же пайка и наплавка инструмента и деталей. Около 70% генераторов имеют 100% износ, 20% – износ более 50% процентов и 10% – износ менее 50%.

На 2008–2010 годы на предприятиях республик запланирована замена до 30% изношенного оборудования, причем в основном будут закупаться преобразователи частоты нового поколения тиристорные и транзисторные некоторые из них укомплектованы автоматическими устройствами подачи и съема деталей. Это позволит значительно сократить потребление электроэнергии и увеличить качество и производительность процессов нагрева и термообработки.

POTENTIAL OF USING HIGH-FREQUENCY HEATING FOR THERMAL TREATMENT OF PARTS

Abstract: The paper discusses the problems of application and prospects for development and modernization of technologies and equipment intended for induction heating at industrial enterprises of the Republic of Belarus.

И.Н. Кузнецов, Н.С. Ручай

УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь,
e-mail: i.n.kuznetsov@gmail.com

АНАЭРОБНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ПОСЛЕСПИРТОВОЙ БАРДЫ С ПОЛУЧЕНИЕМ БИОГАЗА

Послеспиртовая барда (барда) является крупнотоннажным отходом производства этанола из крахмалсодержащего сырья. При производстве этанола в Беларуси 9,2 млн. дал в год общий объем барды составляет около 1,3 млн. м³. Из-за высокого содержания органических веществ барду невозможно направить на биологические очистные сооружения. Несмотря на то, что накоплен достаточно большой мировой опыт переработки данного отхода, главной проблемой для реализации имеющихся технологий являются большие

энергетические затраты на производство сухих продуктов в связи с высокой влажностью барды. В Республике Беларусь проблема эффективной утилизации барды остаётся нерешённой при тенденции к увеличению мощностей по производству этанола.

Цель данной работы состоит в исследовании технологического процесса метангенерации при анаэробной переработке барды.

Объектом исследования являлась ржаная послеспиртовая барда и фугат барды (фугат).

Процесс метангенерации смоделирован в биореакторах периодического действия при температуре 30° С и 50° С, а также в проточном биореакторе, функционирующем в термофильном (50° С) режиме и представляющем собой модель UASB-реактора. Для инокулирования биореакторов использовали предварительно полученный на барде анаэробный активный ил.

Контроль процесса анаэробной переработки барды и фугата осуществляли по изменению содержания сухих веществ, показателя химического потребления кислорода (ХПК), величины pH ферментационной среды и количеству выделившегося биогаза. Содержание метана в биогазе определяли методом газожидкостной хроматографии с использованием детектора по теплопроводности.

Для оценки изменения состава сухих веществ барды и фугата в результате анаэробной обработки применён метод термогравиметрии.

Определена степень биотрансформации органических компонентов барды и фугата, выход и состав биогаза.

Показаны преимущества термофильного режима анаэробной переработки барды перед мезофильным.

Обоснована целесообразность анаэробной переработки фугата с использованием взвешенных веществ барды для получения кормового продукта.

ANAEROBIC FERMENTATION OF STILLAGE WITH BIOGAS PRODUCTION

Abstract: Whole stillage is a large-capacity waste of ethanol production. The high content of organic substances does not allow dumping to the biological treatment facilities. At present in Belarus the issue of efficient processing of stillage is not solved. In world practice the different methods of processing of stillage are developed and used. In this research a model of bioreactors using for study the process of anaerobic fermentation of stillage with biogas production, as well as identified the main parameters of the process such as the biotransformation degree of organic substances, the amount of released biogas and its composition. Advantages of thermophilic anaerobic treatment process in comparison with mesophilic are showed. Defined the feasibility of thin stillage processing.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ СЕБЕСТОИМОСТЬ ЗАГОТОВКИ ДРЕВЕСНОГО ТОПЛИВА ИЗ РУБОК УХОДА И ДРЕВЕСНОГО ОТПАДА

Древесина, в т.ч. древесный отпад, является одним из основных видов древесного сырья для выработки энергии из местных источников топлива. Древесный отпад (в дальнейшем отпад) по разным данным ежегодно образуется в лесных насаждениях в среднем количестве от 1 до 3 м³/га. По имеющимся оценкам в лесах Беларуси ежегодно накапливается от 9 до 22 млн. м³ отпада, в среднем 12 – 14 млн. м³.

Выработка энергии из древесного топлива должна быть экономически выгодной. Ранее нами показано, что использование хвороста – неликвида, заготовленного на осветленных и прочистках, экономически не эффективна из-за невозможности сегодня механизировать его сбор и низкой теплоты сгорания. Себестоимость заготовки топливных дров на рубках промежуточного пользования сильно варьирует в зависимости от вида рубки, метода ее проведения и условий произрастания, которыми определяется средний объем заготавливаемого хлыста. В нормах выработки на рубки ухода объемы хлыста имеют диапазон от $\leq 0,05 \text{ м}^3$ до $\geq 1,03 \text{ м}^3$. Нормы выработки на заготовку дров при одинаковой оплате за выполнение нормы между крайними градациями различаются примерно в 4 раза (3,8–4,2), а между соседними градациями – 11–13%. Объем среднего дерева отпада по данным разных авторов (Багинский, 1984; Козловский, Павлов, 1967 и др.) составляет от среднего объема хлыста древостоя: от 20–30% в 10–20 лет до 40–45% в 40–60 лет и 50% в приспевающих насаждениях. Расчеты показывают, что выборка отпада в хвойных древостоях в 20–40 лет приводит к увеличению себестоимости его заготовки по сравнению с прореживаниями на 20–30%, при проходной рубке на 13–16%. Из-за низкой концентрации отпада по площади затраты на его заготовку и трелевку возрастают еще на 20–30%. В итоге это приводит к удорожанию топливных дров при вырубке только отпада против рубок ухода на 30–40%. В то же время отпад представляют важный резерв местного топлива. Поэтому должны быть разработаны технологии его заготовки, обеспечивающие снижение себестоимости.

COMPARATIVE COSTS OF WOOD FUEL HARVESTS MADE IN INTERMEDIATE
AND SALVAGE CUTTINGS

Abstract: Wood fuel harvested in a salvage cutting was demonstrated to be more expensive than that harvested in an intermediate cutting in a stand of the same species and yield class by 20 to 50 percent in relation to the age of the stand. The available technologies should be improved to reduce costs of fuel wood harvested in salvage cuttings.

А.Н. Лисай¹, Г.И. Журавский², А.С. Матвейчук²

¹ ДП «Мостовская сельхозтехника», Беларусь, e-mail: msht_director@mail.ru

² ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси», Беларусь e-mail: mals@tut.by

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГОРЮЧИХ ГАЗОВ ИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

В настоящее время во всем мире ведется интенсивная разработка новых технологий и оборудования для получения энергии из альтернативного сырья, одним из которых рассматриваются органические отходы (древесные, промышленные, бытовые, сельскохозяйственные и др.). Республика Беларусь также вынуждена импортировать большую часть потребляемых ею энергоресурсов. В связи с этим, разработка и выпуск отечественных образцов техники, позволяющих вовлекать в оборот местные энергоресурсы с целью замещения импортируемых, является весьма актуальной.

Одним из перспективных направлений создания таких технологий представляется газификация органических отходов с последующим использованием произведенных газов с удельной теплотой сгорания 4–20 МДж/м³ для получения тепловой энергии.

Для обогрева помещений сельскохозяйственного назначения (автотракторных ремонтных мастерских, гаражей, складских помещений, теплиц и т.д.) Институтом тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси совместно со специалистами ДП «Мостовская сельхозтехника», разработано, изготовлено и смонтировано газогенераторное оборудование ГГО–0.2, использующее в качестве топлива древесные отходы, кусковой торф, смеси горючих полимерных отходов с торфом или биомассой. В перспективе планируется разработка и изготовление мобильной автономной газогенераторной установки с номиналом тепловой мощности до 500 кВт.

Газогенераторное оборудование работает следующим образом. Предварительно подготовленное топливо автоматически подается в газогенераторный модуль и последовательно проходит зоны нагрева, сушки, сухой перегонки и горения. Зона горения обеспечивает тепловой энергией находящийся над ней слой газифицируемого топлива, в результате чего из

последнего выделяется парогазовая смесь, проходящая в смеси с продуктами сгорания через слой раскаленного углеродного остатка, обеспечивающего разложение водяных паров и смол. Образующийся горючий газ сжигается в горелке с получением тепловой энергии, используемой потребителем. Таким образом, разработанное газогенераторное оборудование может быть использовано в качестве локальных систем отопления помещений, а газификация смесевых топлив позволяет повысить теплотворную способность вырабатываемого генераторного газа.

THE EQUIPMENT FOR RECEPTION OF COMBUSTIBLE GASES FROM AN ORGANIC WASTE

Abstract: For heating of premises of an agricultural purpose it is developed, made and mounted the gas-generator equipment, using as fuel a wood waste, lumpy peat, mixes of a combustible polymeric waste with peat or a biomass. Carrying out, on the given equipment, experimental researches on mixed fuel gasification confirms possibility of its use as local systems of heating of premises.

С.И. Минкевич

УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь, e-mail: minkevich@tut.by

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ УЧЕТА И ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ В ГЕРМАНИИ

Германия является одной из самых лесных стран в Европе. По данным лесной статистики лесопокрытая площадь страны составляет порядка 107,390 км² (29,2 % от общей площади страны). Около 46% от общей площади лесов находятся в частной собственности (удельная доля частных лесов значительна в федеральных землях Bavaria, North-Rhine/Westphalia, Brandenburg). Около 34 % лесов принадлежит государству, из них 30 % находятся в ведении местных правительств в разрезе федеральных земель, 4 % – федеральному правительству Германии, 20 % лесов находятся во владении так называемых сельских общин и различного рода объединений (наиболее характерно для земель Baden-Wuerttemberg, Rhineland–Palatinate). Характерно неравномерное распределение лесов по территории страны (лесистость изменяется от 4 % в земле Hamburg и до 41 % в землях Rhineland–Palatinate, Hesse).

Все леса приводятся в известность в процессе проведения лесоустройства. Система лесоустройства в Германии состоит из двух

подсистем: Bundeswaldinventur – государственная выборочная лесоинвентаризация (BWI) и Betriebsinventur – инвентаризация лесов отдельных лесохозяйственных предприятий (BI). Государственная выборочная инвентаризация лесов проводится по схеме систематической выборки единовременно для всей территории Германии. Единицей выборки является тракт, который имеет форму квадрата со сторонами 150×150 м. Тракты закладываются в углах сети квадратов 4×4 км с привязкой юго-западного угла. С целью увеличения точности оценки среднего и общего запасов в некоторых землях густота трактов увеличена и тракты располагаются в сети квадратов 2,83×2,83 и 2×2 км (Земли Bayern, Niedersachsen, Baden-Wuerttemberg, Schleswig-Holstein). По углам трактов закладываются реласкопические круговые пробные площадки для таксации деревьев диаметром больше или равным 7 см, а также пробные площадки постоянного радиуса для таксации деревьев диаметром менее 7 см, учета подроста, подлеска, оценки их состояния, санитарного и общего состояния деревьев древостоя. Таким образом, круговая пробная площадка состоит из нескольких «подплощадок».

THE TRENDS IN FOREST RESOURCES ASSESSMENT
AND MONITORING SYSTEM IN GERMANY

Abstract: Germany is one of the most prominent countries in the field of forestry. The National forest inventory is a system of measurements based on systematically distributed field plots. There is a forest management inventory system that applicable and obligatory for a forest owner.

А.А. Михальченко

УО «Белорусский государственный университет транспорта», Беларусь,
e-mail: mihh-19@mail.ru

**РАЗВИТИЕ РЕСУРСО-СБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ
ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

Стоимость ресурсов, используемых в производственном процессе транспортных предприятий, имеет тенденцию к постоянному росту. Однако за последние 10 – 15 лет существенного движения к их рациональному использованию в работе транспортных предприятий не наблюдается. В условиях, когда стоимость топливно-энергетических ресурсов существенно возросла, задача рационального использования топливно-энергетических ресурсов поэтапно перешла в финансовую проблему. В результате, доля стоимости топливно-энергетических ресурсов в себестоимости у транспортников возросла с 7,2 % до 19,6 %. Дополнительным фактором в

удорожании топливно-энергетических ресурсов стала также экологическая проблема, что привело к дополнительным платежам за экологическую нагрузку на окружающую среду в размере 2 – 3 раза.

Низкая стоимость топливно-энергетических ресурсов привела к тому, что их потребление в сравнении с аналогичными видами деятельности в странах с развитой экономикой на транспорте Беларуси превышает 1,8 – 2,14 раза. Данная ситуация обусловлена несколькими причинами. Не осуществлен переход к сдерживанию затратного механизма формирования себестоимости по принципу «сколько истратим – столько компенсируем». Высокие затраты на топливно-энергетические ресурсы не позволяют финансировать проведение эффективных мероприятий, направленных на их снижение. К таким мероприятиям следует отнести приобретение нового тягового подвижного состава, разработку новых технологий перевозочного процесса, обеспечивающих снижение в 2,5–3 раза потребления топливно-энергетических ресурсов, создание эффективного механизма управления использованием топливно-энергетических ресурсов по видам деятельности, а также по производственным циклам.

Важное значение на транспорте имеет потребление топливно-энергетических ресурсов на транспортных предприятиях для целей вспомогательного производства. Их потребление которых для нужд энергообеспечения в настоящее время составляет 11 – 17 %. Это связано со слабым развитием технического обеспечения утилизации и переработки пригодных для этих целей отходов ремонтного производства транспортных предприятий, которое на транспорте составляет сегодня 44 – 62 %.

DEVELOPMENT OF FUEL-SAVING TECHNOLOGIES OF VEHICULAR PROCESS ON RAILWAY TRANSPORT

Abstract: Problems are examined high level expenses of fuel and electric power in a vehicular process on a transport.

И.Г. Новик

ГНУ «Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения НАН
Беларуси» Беларусь, irenano@mail.ru

КРИОГЕННАЯ ОБРАБОТКА В ТЕХНОЛОГИИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

К преимуществам криогенной обработки как способа модифицирования можно отнести низкую стоимость операционного обслуживания, отсутствие

затрат на утилизацию отработанного хладагента и экологическую безопасность.

В рамках выполнения задания 3.05. «Исследование влияния криогенной термообработки на структуру и свойства композиционных материалов» ГПОФИ «Высокоэнергетические, ядерные и радиационные технологии» проведены эксперименты по криогенному модифицированию композитов на основе эпоксидной матрицы. Показано, что при этом улучшаются показатели прочности (до 50%) и пластичности (до 30%). Наибольший упрочняющий эффект был достигнут при использовании криогенного охлаждения непосредственно после формирования композита, перед отверждением.

Исследована возможность применения криогенной обработки для улучшения распределения наноразмерных частиц наполнителя в полимерной матрице. Как известно, диспергирование наполнителей при криогенной температуре позволяет значительно повысить поверхностную энергию и площадь контакта с матрицей, что повышает адгезионное взаимодействие в системе. Однако процессы агломерации и окисления измельченных частиц не позволяют сохранить этот эффект на длительный период. В этой связи проведены эксперименты по криогенной активации концентратов нанонаполнителей в базовом полимере. Установлено, что криообработка способствует повышению равномерности распределения нанонаполнителя в объеме получаемой с использованием концентрата композиционной пленки и позволяет повысить её прочность до 40%, барьерные свойства на 26%.

Перспективно также использование криогенного охлаждения в технологиях переработки металлополимерных отходов. В этом случае энергосберегающий эффект достигается за счет сепаратного разрушения, исключая дорогостоящие операции дробления провода и разделения металла и полимера. В заключение необходимо отметить, промышленная значимость криогенных технологий в процессах переработки полимерных материалов в перспективе будет возрастать пропорционально снижению стоимости хладагентов, в первую очередь жидкого азота.

CRYOGENIC TREATMENT IN POLYMERIC MATERIALS TECHNOLOGY

Abstract: Data about possibility of cryogenic treatment using for polymeric systems modification and recycling are given. Examples of application for these purposes of natural cooling agents, in particular, liquid nitrogen is exhibited.

А.Ф. Паплевка, Н.И. Ермоленко, Ю.В. Максимук

ИСПЫТАНИЯ ТОПЛИВНЫХ ГРАНУЛ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ

Топливные гранулы в настоящее время наиболее универсальный и сбалансированный вид твердого биотоплива. Только в Республике Беларусь работают более десятка производителей этого вида продукции. Однако в нашей стране отсутствуют как стандарт на топливные гранулы, так и специализированные методики испытаний.

Для изучения закономерностей изменения характеристик топливных гранул от состава и условий получения проведены испытания влажности, зольности, теплоты сгорания, стойкости к истиранию, плотности, насыпной плотности и элементного состава (C, H, N, S) для 12 различных образцов, полученных из древесных и сельскохозяйственных отходов.

Проанализированы особенности изменения качественных параметров гранул от вида исходного сырья, а для древесных гранул – от породы древесины, степени помола, содержания коры и элементного состава. Показаны преимущества топливных гранул перед другими видами твердого топлива.

TESTS OF FUEL PELLETS FROM WASTE OF WOOD AND AGRICULTURE

Abstract: The tests of moistures, ash, heat of combustion, sulphur content, abrasability, density of pellets, bulk density and elemental composition for twelve samples of fuel pellets were carried out. The regularities of changes of quality parameters of pellets depending on the nature of initial raw materials and technologies their receiving were established.

В.А. Пумпур, В.М. Ильюшенко, Г.П. Короткин

ГНУ «Институт технологии металлов НАН Беларуси», Беларусь

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО СОЗДАНИЮ НЕПРЕРЫВНОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЦИНКОВЫХ АНОДОВ

В литейном производстве за счет внедрения автоматизированного управления технологическим процессом достигается высокое качество подготовки расплава, неукоснительное соблюдение режимов литья и обработки получаемых заготовок.

В ИТМ НАН Беларуси создана ресурсосберегающая технология получения горячекатаных цинковых анодов методом литья в кокиль. Аноды изготавливаются из отходов гальванического производства с невысокой степенью обогащения литых заготовок при прокатке (25-30%).

Проведены предварительные исследования с целью оценки и минимизации энергозатрат в процессе изготовления горячекатаных цинковых анодов на основе автоматизированного управления каждым этапом – от подготовки расплава до прокатки. Решен целый ряд задач, которые вытекают из особенностей технологии литья в кокиль:

- 1) определено максимальное количество заливок в кокиль, которые можно осуществить без технологического перерыва, необходимого для охлаждения кокиля на воздухе, получая при этом высококачественные цинковые заготовки;

- 2) определен оптимальный объем партии заготовок, получаемых за один непрерывный цикл литья в кокиль;

- 3) определено оптимальное сочетание продолжительности подготовки расплава в тигле и технологического перерыва;

- 4) обоснована необходимость разработки специальной энергосберегающей теплоизолированной емкости (бокса) для временного размещения и термостабилизации партии цинковых заготовок;

- 5) определено оптимальное количество термостабилизирующих боксов для организации непрерывного энергосберегающего процесса изготовления горячекатаных цинковых анодов;

- 6) определены режимы литья заготовок и их термостабилизации для организации автоматизированного управления технологическим процессом;

- 7) рассчитана энергоэффективность автоматизированного непрерывного технологического процесса получения цинковых анодов по сравнению с ранее существовавшим.

Организовав непрерывный процесс изготовления горячекатаных цинковых анодов на основе автоматизированного управления, поочередно используя два термостабилизирующих бокса, можно сократить энергозатраты, как минимум, в 4 раза.

RESEARCHES FOR CREATION OF THE CONTINUOUS AUTOMIZED PROCESS OF ZINC ANODES PRODUCTION

Abstract: The results of researches for creation of the continuous production of heat rolled zinc anodes on base of automized control of the technological process are described.

А.И. Пунько

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», Беларусь

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ РАСТЕНИЕВОДСТВА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГРАНУЛИРОВАННОГО ТОПЛИВА

Топливные гранулы (пеллеты) – это глубоко переработанный и экологически чистый вид топлива. Пеллеты являются реальной альтернативой каменному углю и нефти, а по своим топливным характеристикам конкурируют с природным газом. Актуальность применения топливных гранул показывает постоянное увеличение использования сельскохозяйственных и древесных отходов в индустриальном производстве топливной энергии в Европе, Скандинавских странах и Северной Америке. Цель проводимых исследований – изыскание новых технологий и оборудования для получения топливных гранул при наименьших затратах, несомненно является актуальной.

Предлагаемая технологическая линия будет использована для изготовления топливных гранул из отходов растениеводства, получаемых при очистке и переработке злаковых и других сельскохозяйственных культур, а также льнокопсты, соломы и др.

При годовой загрузке линии 1600 часов и производительностью 1,5 – 2 т/ч планируется производить в год до 3000 тонн топливных гранул при работе в одну смену. Экономия от одной линии в год по сравнению с существующими составит: электроэнергии 27 тыс. кВт, жидкого топлива – 25 тонн. Объем переработки отходов в топливные гранулы составит более 50 тыс. в год, которые могут использоваться для получения тепловой энергии при сжигании в котлах и котельных установках. Кроме того важна и экологическая составляющая. Теплота сгорания пеллет близка к угольной, но при их сгорании выброс CO_2 в 10–50 раз меньше, а образование золы — в 15–20 раз. Учитывая это, топливные пеллеты могут являться полноправной заменой угля.

USE OF A WASTE OF PLANT GROWING FOR MANUFACTURE OF THE GRANULATED FUEL

Abstract: Fuel granules is deeply advanced and ecologically clean kind of fuel. Fuel granules are real alternative to coal and oil, and under the fuel characteristics compete to

natural gas. The urgency of application of fuel granules shows constant increase in use of agricultural and wood waste in industrial manufacture of fuel energy in the Europe, the Scandinavian countries and Northern America. The purpose of spent researches – research of new technologies and the equipment for reception of fuel granules at the least expenses, undoubtedly is actual.

The offered technological line will be used for manufacturing granules from the waste of plant growing received at clearing and processing of cereal and other agricultural crops, and as straw, corn stalks, etc.

At annual loading a line of 1600 hours and productivity 1,5 – 2 т/ч it is planned to make in a year up to 3000 tons of fuel granules at job in one change. The economy from one line in a year in comparison with existing will make: the electric power 27 thousand in kw, liquid fuel – 25 tons/ Volume of processing of waste in fuel granules than 50 thousand a year which can be used for reception of thermal energy at burning in boilers and boiler installations will make more. Except for that the ecological component is important also. Heat of combustion pellets is close to coal, but at their combustion emission CO₂ at 10-50 time is less, and education of ashes – at

15–20 time. Considering it is fuel granules are full replacement of coal.

Э.В. Свило, А.В. Богданович

Лидский колледж УО «Гродненский государственный университет
им. Янки Купалы», Беларусь, e-mail: bogal@tut.by

ВЕТРОДВИГАТЕЛЬ С ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМ ВРАЩАЮЩИМ МОМЕНТОМ

Сегодня для получения дешевой экологически чистой электроэнергии широко применяются ветродвигатели с горизонтальной осью вращения. Однако сложность их конструкции состоит в необходимости ориентации ветроколеса по направлению ветра, кроме того, такой ветродвигатель требует частого технического обслуживания. Ветродвигатели с вертикальной осью вращения, напротив, работают при любом направлении ветра без перенастройки ветроколеса благодаря тому, что его лопасти при движении меняют свое положение в пространстве для обеспечения максимального лобового сопротивления при движении в направлении воздушного потока и минимального сопротивления при движении против потока. При этом предложенные конструкции ветродвигателя еще достаточно сложны из-за наличия многих взаимосвязанных деталей, снижающих КПД и надежность ветродвигателя в целом.

В докладе представлены описание, технические характеристики и результаты испытаний разработанного и изготовленного авторами оригинального ветродвигателя с вертикальной осью вращения, позволяющего повысить эффективность использования силы ветра при одновременном предельном упрощении конструкции ветродвигателя.

В предложенной конструкции ветродвигателя обеспечивается самоустановка лопастей по направлению ветра: лопасти ветроколеса, движущиеся против ветра, занимают положение с минимальным сопротивлением ветру, а лопасти, движущиеся в направлении ветра, становятся в такое положение, что вся их поверхность подвергается воздействию силы ветра. Так как лопасть, движущаяся против ветра, направлена ребром к нему, ее сопротивлением можно пренебречь, полагая, что на лопасти ветродвигателя действует только положительный вращающий момент.

Конструктивно ветродвигатель состоит из вертикального вала, на котором перпендикулярно его оси установлены на расстоянии не менее высоты лопасти два горизонтальных вала, сдвинутых друг относительно друга на угол 90° по горизонтали. На концах горизонтальных валов закреплены симметрично по две лопасти под углом 90° друг к другу. Каждый из горизонтальных валов с парой лопастей под действием силы ветра совершает качательное движение относительно своей оси (максимальный угол качания горизонтального вала ограничен и составляет 90°). В результате взаимодействия лопастей ветроколеса с ветром создается вращающий момент, и вертикальный вал вращается с угловой скоростью, пропорциональной силе и скорости ветра.

Мощность ветродвигателя определяется количеством горизонтальных валов, их длиной и площадью поверхности лопасти.

A WINDMILL WITH THE POSITIVE ROTATE MOMENT

Abstract: Construction, principle of operation, technical characteristics and test results of proposed original vertical axis windmill with the positive rotate moment are presented in paper. A wind wheel of this windmill is differ from other constructions by the orientation of it's vanes on wind direction automatically.

ВЕТРЯНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ НА БАЗЕ АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

Основными источниками получения электрической энергии являются синхронные генераторы. Они же устанавливаются и на ветряных электростанциях. Однако, как известно, в качестве источников электроэнергии могут служить и асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором, если их с помощью дополнительного двигателя приводить в движение с частотой вращения несколько выше синхронной. В таком режиме работы асинхронный двигатель становится генератором. Для возбуждения асинхронного генератора требуется реактивный ток, который может поступать из существующей электрической сети – тогда генератор работает параллельно с сетью и активную энергию выдает в нее.

Асинхронные генераторы имеют ряд преимуществ по сравнению с синхронными – их не нужно синхронизировать с сетью, величина вырабатываемого напряжения и его частота определяются величинами напряжения и частоты в сети и не зависят от частоты вращения ротора генератора. Эти генераторы не имеют колебаний в переходных режимах при неизбежных порывах ветра.

Учитывая выше изложенное, представляется целесообразным на ветроэлектростанциях в качестве источников электрической энергии устанавливать асинхронные генераторы. Эта идея не нова: в 1931 г. в Крыму была построена опытная электростанция, работавшая с асинхронным генератором мощностью 93 кВт. Крымская ветроэлектростанция работала параллельно с районной теплоэлектростанцией и успешно эксплуатировалась. К сожалению, во время войны электростанция была разрушена.

Асинхронные машины по своему устройству являются предельно простыми, надежны в эксплуатации и сравнительно не дороги. Отсутствие в них скользящих контактов не требует частого технического обслуживания и ремонта, что имеет очень важное значение при эксплуатации высотных установок.

В докладе обосновывается возможность использования в ветроэлектростанциях асинхронных генераторов в режиме параллельной работы с существующей электросетью, что позволит получить следующие преимущества:

- возможность размещать ветроэлектростанции в наиболее выгодном месте с точки зрения ветровых условий;
- возможность работы любого числа ветроэлектростанций без существенных усложнений в электрической схеме;
- более полное использование энергии ветра.

В Лидском колледже УО «ГрГУ им. Я. Купалы» изготовлена действующая модель описанной ветроэлектростанции, ведутся исследования оптимальных режимов работы ее асинхронного генератора.

A WIND ELECTRIC POWER STATION BASED ON THE ASYNCHRONOUS GENERATOR

Abstract: Foundation of wide using of the asynchronous generators as source of the current on base on wind energy is presented in paper. There were some of priorities for using the asynchronous generators for a wind electric power station. They are discussed in paper.

В.Н. Титов

РУП «Институт мелиорации», Беларусь

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЩЕПЫ В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА ПРИ СВОДКЕ КУСТАРНИКА С ОТКОСОВ МЕЛИОРАТИВНЫХ КАНАЛОВ

Экономический эффект от использования древесной щепы, получаемой при сводке кустарника с откосов мелиоративных каналов, в качестве альтернативного топлива зависит от применяемой технологической схемы и вида заменяемого топлива.

Для оценки целесообразности использования щепы в качестве топлива все виды топлива приведены к единому показателю тонне условного топлива.

Расчет выполнен для технологических схем предусматривающих:

- полное восстановление профиля канала;
- ремонт канала без подрезания откосов;
- утилизацию древесной массы сжиганием;
- переработку кустарника в топливную щепу.

Экономическая эффективность определена по сумме дополнительных затрат при переработке кустарника в щепу.

Сравнение затрат на удаление и утилизацию кустарника показывает, что при необходимости восстановления профиля канала утилизация сжиганием в 1,7 – 2,0 раза дешевле переработки в щепу, а без подрезания откосов в 1,5 – 2,0 раза в зависимости от крупности кустарника.

При необходимости полного восстановления профиля канала использование щепы в качестве топлива экономически целесообразно только при замене бытового печного топлива. При удалении кустарниковой растительности без подрезания откосов экономический эффект возникает и при замене топочного мазута (около 40%). Перевод котельных работающих на природном газе на топливную щепу экономически нецелесообразен во всех случаях.

Необходимо отметить, что экономический эффект от замены традиционных видов топлива на щепу может быть достигнут только при условии, что коэффициенты полезного действия котельных при использовании топливной щепы будут не ниже, чем при сжигании традиционных видов топлива.

ECONOMIC PRACTICABILITY OF THE USE THE CHIP OF WOOD AS FUEL AT SUMMERY OF THE SHRUBBERY WITH ESCARPMENT OF THE AMELIORATIVE CHANNELS

Abstract: The results of calculations of the economic efficiency of the use of the bush vegetation from slopes of the ameliorative channels for fuel and energy purposes has been presented. The two variants of disposal of bushes are considered: burning and conversion into fuel chips.

Л.А. Тихонова¹, А.Ф. Полуян², Д.В. Зносок²

¹УО «Минский государственный высший радиотехнический колледж», Беларусь, e-mail: a_tichonova@mail.ru

²УО «Белорусский государственный университет», Беларусь, e-mail: Alex_Poluyan@mail.ru

ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Одним из направлений альтернативной энергетики является создание экологически чистых химических источников тока на основе твердых электролитов. Известные в настоящее время топливные элементы обладают недостаточной мощностью. Во многом это обусловлено отсутствием электродных материалов, в полной мере удовлетворяющих предъявляемым требованиям.

Скорость электрохимической реакции, протекающей на границе электрод/твердый электролит, во многом зависит от природы твердого электролита и электродного материала, а также от их совместимости.

В связи с этим, целью данной работы являлось изучение влияния природы и концентрации заместителя электродных материалов $\text{La}_2\text{Ni}_{1-x}\text{M}_x\text{O}_{4\pm\delta}$,

где $M = \text{Fe, Co, Mn, Sn}$, $x = 0,1 \div 0,3$, состава твердого электролита и газовой фазы на электрохимические характеристики трехфазной границы Э/ТЭ/Г.

Установлено, что синтезированные $\text{La}_2\text{Ni}_{0,9}\text{Fe}_{0,1}\text{O}_4$ (где $x = 0,1$), $\text{La}_2\text{Ni}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_4$ (где $x = 0,2; 0,3$) образуют твердые растворы замещения со структурой типа K_2NiF_4 . Термогравиметрические исследования показали, что среди изученных материалов наибольшая потеря кислорода (57,5 %) при температурах 300 – 1279 К наблюдается для образцов состава $\text{La}_2\text{Ni}_{0,9}\text{Fe}_{0,1}\text{O}_4$ (где $x = 0,1$).

Изучение влияния природы электродного материала и твердого электролита на параметр сопротивления границы ЭМ/ТЭ и поляризационное сопротивление трехфазной границы Э/ТЭ/Г в интервале 800 – 1000 К и $p(\text{O}_2) = 10^2 - 10^5$ Па показало, что они имеют наименьшие значения для электрода состав $\text{La}_2\text{Ni}_{0,9}\text{Fe}_{0,1}\text{O}_4$ на твердом электролите $\text{Bi}_{1,5}\text{Y}_{0,5}\text{O}_3$.

ELECTRODE MATERIALS FOR ALTERNATIVE ENERGY SOURCES

Abstract: Substitutional solid solutions $\text{La}_2\text{Ni}_{1-x}\text{M}_x\text{O}_{4\pm\delta}$ with structure of K_2NiF_4 type were synthesized. Some electrochemical characteristics of interface (electrode/ solid electrolyte/gas) from nature of electrode material and solid electrolyte were studied.

**Т.П. Троцкая¹, И.Е. Голубец¹, М.В. Богдан², А.М. Миронов³,
А.А. Литвинчук³**

¹УО «Гродненский государственный аграрный университет», Беларусь

²Научно-производственное общество с ограниченной ответственностью «ИНИТОР»,
Беларусь

³РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию», Беларусь

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ СУШКА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОЗОНА

На основании ранее проведенных научно–исследовательских работ по определению эффективности применения озона в процессе сушки растительных материалов, а именно зернового, лекарственного и пряно–ароматического сырья, определен механизм тепло- и массообмена в основе которого лежит увеличение влагоудерживающей способности озонированного сушильного агента и биохимическая активность высушиваемых материалов.

Технология сушки в озono–воздушной среде, используемая на этапе послеуборочной обработки зерна, оказывает обеззараживающее действие и улучшает качественные показатели материала, предотвращает процессы самосогревания, обеспечивает глубокое состояние покоя в период хранения, увеличивает сохранность массы сухого вещества и улучшает показатели

всхожести, а также повышает в дальнейшем устойчивость растений к неблагоприятным воздействиям.

Проведены производственные испытания технологии проведены практически на всех типах используемых в республике сушилок.

На генерирование озона в озонаторах пластинчатого типа, необходимого для обработки 1 т зерна (15 – 20 г.), расходуется всего лишь 175 Вт*ч электроэнергии. Продолжительность сушки уменьшается в 1,5 – 2 раза. При этом происходит обеззараживание поверхности семян, изменяется обмен веществ, что приводит к уменьшению скорости потери массы на протяжении всего периода последующего хранения. В совокупности, это дает снижение затрат на процесс сушки, отпадает необходимость в предпосевном протравливании семян озимых культур и дает прибавку урожая до 10–15%.

Кроме того, результаты производственных испытаний показали, что кратковременное воздействие озона на зерно с малой концентрацией способствует увеличению энергии и способности прорастания зерна на 7 – 8 %, что очень важно при посевных мероприятиях для яровых культур и при производстве солода.

Экономический эффект, за счет сокращения продолжительности сушки зерна до кондиционной влажности и снижения температуры сушильного агента, на 1 т зерна составляет для сушилок типа СЗК и СЗШ 1,8 – 3,2 кг. условного топлива (в зависимости от вида зерна и его исходной влажности).

Эффективность сушки лекарственного и пряно-ароматического сырья озонированным сушильным агентом проверяли в совхозе «Большое Можейково». Сушку лекарственных трав (календула, ромашка, корень валерьяны) проводили в специальном помещении, в котором располагаются две паровые сушилки ленточного типа Г4-КСК 90.

Эффективность сушки озонированным сушильным агентом оценивали по влажности растительного сырья на параллельных ярусах опытной и контрольной сушилок и на выходе из них. Результаты производственных испытаний сушки лекарственного и пряно-ароматического сырья показали, что использование озono-воздушной смеси в качестве сушильного агента интенсифицирует процесс сушки на 15 – 20 %, в результате продолжительность сушки до кондиционной влажности сокращается с 5 до 4 часов, что позволило увеличить производительность сушилки и снизить потери биологически активных веществ сырья.

Достоинствами озонных технологий является простота и доступность получения озона методом электросинтеза из кислорода воздуха в электрических аппаратах (озонаторах) на месте потребления. Озонаторные установки можно применять в любых существующих системах активного

вентиляции при низкотемпературной сушки или тепловой сушке при сниженном температурном режиме без реконструкции капитальных строений и возможности использования нетрадиционных источников энергии.

ENERGY EFFECTIVENESS OF THE PLANT STUFF DRYNESS BY USING OF OZONE

Abstract: Ozone air use as drying agent. The using of ozone was raised the effect of the dryness, in so far as its cost is in 2 or 3 times less then in case of the another oxydants.

В. Н. Тумилович

УО «Белорусский государственный университет транспорта», Беларусь,
e-mail: tumvik@yandex.ru

ПРИМЕНЕНИЕ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ, ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Постоянная нестабильность цен на энергоносители и ужесточение требований к экологическим выбросам вынуждает искать новые, нетрадиционные источники энергии и топлива для подвижных транспортных единиц. Аммиачная селитра является, в этом смысле, почти идеальной заменой жидкому органическому топливу, поскольку производится из азота воздуха и при ее полном разложении выделяется только азот и вода. Кроме того, стоимость аммиачной селитры, на сегодняшний день, при перерасчете на количество выделенного тепла в три раза меньше чем дизтоплива или бензина. Идея применения аммиачной селитры в качестве топлива не нова, однако, большинство исследователей предлагает использовать ее в смеси с карбамидом и жидкой основой спиртом или водой. В первом случае получаем очень опасную фугасную смесь, во втором – трудновоспламеняемую смесь. Подача таких растворов в цилиндр сопряжена с определенными трудностями. В первом случае – опасность взрыва, во втором – быстрый выход из строя плунжерных пар из-за наличия воды в растворе. Именно поэтому такие двигатели существуют пока только на бумаге. Известно, что аммиачная селитра является хорошим окислителем, однако в гранулированном виде не является пожаро- или взрывоопасной и широко применяется в сельском хозяйстве в качестве удобрения. Не секрет и то, что военные специалисты применяют ее при производстве взрывных работ. Так, например, широко

применяется состав под названием «пермон». В его состав входит: аммиачной селитры 94% и дизельного топлива 6% (5,6) . Данная смесь имеет малую брызгантность, но достаточно высокую фуганность, что и требуется для двигателей внутреннего сгорания. Исследования показывают, что приготовление данной смеси в баке, либо внутри цилиндра не дают должного эффекта, поскольку приготовление смеси заранее повышает риск взрыва, к примеру, при автоаварии, а внутри цилиндра за столь малое время цикла смесь плохо приготавливается и при этом теряется мощность. Приготовление смеси непосредственно перед подачей в цилиндр имеет наибольшую эффективность, однако и здесь имеются проблемы. Наибольшую из них представляет дозирование подачи гранулированной аммиачной селитры. Данный вопрос решен автором, но в данной статье не рассматривается. Расчеты показывают, что за короткое время цикла качественную смесь приготовить невозможно. Поэтому необходимо готовить ее в специальных металлических капсулах соединенных между собой в круговую ленту, что бы время от момента соединения компонентов до момента подачи их в цилиндр было достаточным для образования качественной смеси.

Что касается экологических аспектов применения пермона в качестве топлива то в продуктах сгорания данного топлива содержание CO и NOx на 2–3 порядка ниже, чем в выхлопе «нефтяных» ДВС. При этом аммиачная селитра разлагается по реакции $2\text{NH}_4\text{NO}_3 = \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$, с избытком кислорода, поэтому такт сжатия в двухтактном двигателе практически не нужен. То есть выхлопные клапана могут быть открыты до момента поджига смеси, что позволит повысить коэффициент полезного действия двигателя практически вдвое, доведя его до 70–80%.

APPLICATION OF AMMONIAC SALTPETRE AS A FUEL FOR COMBUSTION ENGINES, PROBLEMS AND DECISIONS

Abstract: Application of ammoniac saltpetre as a fuel allows to decide the great number of ecological problems, as at its combustion nitrogen and water is thrown out in an atmosphere only. It is suggested to apply as a fuel for combustion engines composition consisting of a 94% ammoniac saltpetre and 6% fuel–oil at small alteration of engine. It allows to promote an output-input of engine ratio to 70–80%.

В.В. Филиппов¹, Б.Г. Шулицкий², В.А. Лабунов²

¹ ГНУ «Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси», Беларусь, e-mail: filippov@dragon.bas-net.by

² УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», Беларусь, e-mail: shulitski@bsuir.by

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ ЯЧЕЕК НА ОСНОВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Солнечные ячейки (СЯ) на основе органических полупроводников (ОП) в отличие от кремниевых, промышленный выпуск которых достаточно давно освоен, имеют в настоящее время еще низкую эффективность преобразования солнечной энергии в электрическую η (2–3% в стандартно исследуемых и около 5% – в рекордных образцах). Однако затраты на их создание и особенно стоимость исходных материалов гораздо ниже, чем в случае кремниевых ячеек. Поэтому в настоящее время ведутся интенсивные исследования с целью повышения энергетической эффективности солнечных ячеек на ОП.

Одним из основных лимитирующих факторов является малая длина диффузии экситонов, в результате чего приходится ограничиваться малыми толщинами активных материалов по обе стороны гетероперехода и, как следствие, незначительной долей поглощенной в них солнечной энергией. Поэтому поиск и модификация используемых материалов остается одним из важных направлений исследований. Другим направлением исследования является совершенствование и оптимизация конструкций СЯ, включая модификацию структуры и границ раздела используемых материалов. СЯ содержит от пяти слоев различных материалов, заключенных между подложкой и металлическим электродом, до десяти в tandemных ячейках. Оптимизация позволяет найти такие их толщины, которые позволяют максимумы интерференционного поля локализовать вблизи активных слоев. Еще одна возможность повышения η – плазмонного-резонансное усиление локального поля в активных материалах вблизи наночастиц металлов.

В работе представлены принципы расчета и результаты оптимизации одно- и двухуровневых солнечных ячеек, с учетом когерентных переотражений в слоях ячейки и некогерентных – в подложке. Проведено сопоставление с результатами исследования ячеек, реализованных экспериментально. Показано, что для любых ячеек толщина лицевого прозрачного электрода должна быть минимальной. Оптимальная толщина экситон–блокирующего слоя на прозрачном электроде определяется его структурными свойствами. Развита теория расчета усиления локального поля в поглощающих средах и показано, что наночастицы серебра диаметром 2 – 4 нм могут в 15 – 20 раз усилить локальное поле и поглощенную энергию в низкомолекулярных органических полупроводниках.

POWER CONVERSION EFFICIENCY INCREASE
IN THE ORGANIC SOLAR CELLS

Abstract: Results of a thin film organic solar cell optimization are described. Light absorption in the active layers of a cell is found taking into account both coherent reflections inside the cell and incoherent ones in a substrate.

The problem of light scattering by metal nanoparticles embedded in absorbing medium in the vicinity of plasmon resonance is addressed. It is shown that silver particles 2–4 nm in diameter can enhance the local field and light absorption by a factor 15–20. It is open an additional way to increase the power conversion of low molecule and organic solar cells.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

О.А. Бармин, В.А.Митрофанов

Институт повышения квалификации и переподготовки кадров
УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Беларусь, e-mail: ipo@grsu.by
ОАО «ГРОДНО АЗОТ», Беларусь, e-mail: v.mitrofanov@azot.com.by

ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ КАДРОВ ОТРАСЛЕЙ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА В СФЕРЕ ЭНЕРГЕТИКИ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Кадровое обеспечение государственных программ «Ресурсосбережение – 2010» и «Энергетическая безопасность и повышение энергетической независимости Республики Беларусь» предусматривает повышение квалификации кадров в сфере энергетики, энергосбережения, использования местных видов топлива, нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Использование промышленными предприятиями наукоемких ресурсосберегающих технологий ставит на первый план подготовку специалистов с учетом новых отраслей знаний при внедрении инновационных проектов в области энергетики.

Комплексный подход при подготовке персонала по эксплуатации и техническому обслуживанию энергетического оборудования предприятий позволяет разрабатывать и согласовывать учебные программы совместно со специалистами предприятия-заказчика и предприятий изготовителей энергетического оборудования, а также проводить обучение персонала с учетом графика пуско-наладочных работ.

Реализация инновационных проектов в сфере энергетики на предприятиях Гродненской области определила необходимость подготовки специалистов одновременно по нескольким направлениям отраслей знаний. Так, при подготовке обслуживающего персонала для газотурбинной электростанции (2х8МВт) ОАО «ГРОДНО АЗОТ» в составе двух газотурбинных генераторных установок SGT 300 фирмы «SIEMENS» и двух котлов утилизаторов OMNICAL, была разработана и согласована учебная программа с учетом требований предприятия-заказчика, ГОСПРОМНАДЗОРА

и фирмы «SIEMENS» по специальностям: «Машинист энергоблока», «Оператор котельной», «Слесарь КИПиА», «Слесарь по ремонту газового оборудования», «Машинист компрессорных установок».

Комплексный подход позволил определить основные этапы подготовки специалистов:

- обучение и квалификационная аттестация персонала по специальностям ГОСПРОМНАДЗОРА;

- подготовка специалистов по эксплуатации и обслуживанию оборудования газотурбинной электростанции (электрогенератор, система возбуждения электрогенератора, газовая турбина, паровой котел утилизатор, системы газоснабжения турбины и котла, система автоматического управления и контроля работы газотурбинной электростанции);

- производственное обучение персонала управлению и техническому обслуживанию оборудования газотурбинной электростанции.

В результате применения комплексного обучения персонал газотурбинной электростанции ОАО «ГРОДНО АЗОТ» был подготовлен ко дню пуска первой очереди газотурбинной электростанции.

Повышение квалификации кадров в сфере энергетики, совершенствование взаимодействия научных и образовательных систем являются важным аспектом реализации инновационных проектов.

PROFESSIONAL TRAINING OF SPECIALISTS FROM SECTORS OF THE NATIONAL ECONOMY IN THE SPHERE OF ENERGETICS, ENERGY- SAVING, AND WASTE ENERGY APPLIANCE

Abstract: Professional training of specialists in the sphere of energetics and development of cooperation between scientific and educational systems are important aspects of implementing innovation projects.

О.А. Бармин¹, В.И. Муравьев²

¹Институт повышения квалификации и переподготовки кадров
УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Беларусь, e-mail: ipo@grsu.by

²ОАО «ГРОДНО АЗОТ», Беларусь, e-mail: v.mitrofanov@azot.com.by

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫВКИ ВОЗДУШНОГО КОМПРЕССОРА ГАЗОВОЙ ТУРБИНЫ

Исследования проводились с целью повышения эффективности работы воздушного компрессора высокого давления газовой турбины SGT 300 фирмы «SIEMENS».

Турбина SGT 300 представляет собой одновальную промышленную газовую турбину мощностью 7,9 МВт открытого цикла с приводом электрогенератора через понижающий редуктор на стороне компрессора.

На газовой турбине SGT 300 применяется 10-ступенчатый осевой воздушный компрессор. Компрессор предназначен для подачи воздуха в систему сгорания топлива, в лабиринтные уплотнения турбины и для охлаждения высокотемпературных элементов газовой турбины. Для восстановления эффективности работы компрессора, снижающейся во время эксплуатации из-за загрязнения его проточной части и удаления накопившихся отложений предусмотрена система промывки. На турбине SGT 300 возможно применение двух способов промывки компрессора: горячая промывка при работающей турбине или холодная промывка при проворачивании турбины стартерным двигателем.

Во время горячей промывки жидкость впрыскивается в работающий компрессор, при этом газовая турбина должна работать с нагрузкой, чтобы не допускать выбросов пламени из камер сгорания. Осмотры статорных и роторных лопаток компрессора с помощью бароскопа и при разборке турбины показывают, что после горячей промывки хорошо очищаются только первые пять ступеней компрессора, а ступени высокого давления (после шестой) остаются загрязненными. Происходит это вследствие быстрого испарения промывающей жидкости на первых ступенях компрессора из-за высокой температуры сжатого воздуха при работающей турбине.

Холодная промывка проводится при медленном проворачивании ротора турбины стартерным двигателем по мере выполнения промывочного цикла: впрыск промывочной жидкости, замачивание, слив жидкости, ополаскивание деминерализованной водой, слив воды. Дополнительно было предложено проводить сушку компрессора при пуске турбины на холостом ходу в течение 10 минут. При этом, чтобы избежать двух пусков подряд рекомендовано холодную промывку делать непосредственно перед рабочим пуском турбины. Периодичность промывки компрессора определяется оператором в соответствии с конкретными условиями эксплуатации и рабочими режимами или устанавливается инструкцией. Эффективность промывки также может

контролировать оператор сравнивая мощность турбины и температуру на выходе до и после проведения промывки компрессора.

Сравнение способов промывки компрессора показывает, что только холодная промывка позволяет полностью удалять загрязнение со статорных и роторных лопаток всех ступеней сжатия воздушного компрессора газовой турбины SGT 300.

По результатам исследований рекомендовано при эксплуатации турбины SGT 300 проводить холодную промывку с обязательной сушкой компрессора. Предложено холодную промывку делать непосредственно перед рабочим пуском турбины.

ENHANCEMENT OF EFFECTIVENESS OF THE FLASHING AIR COMPRESSOR GAS TURBINE

Abstract: According to the research results it is recommended to conduct the cold flashing with compulsory compressor drying while operating SGT 300 turbine. It is prompted to conduct the cold wash of the turbine until it get's started.

В.М. Веселуха¹, И.Н. Лис¹, Р.Э. Трубицкий²

¹Лидский колледж УО «Гродненский государственный университет им. Янки Купалы», Беларусь

²ОАО «Лидский литейно-механический завод», Беларусь

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ТЕРМООБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА ДЕТАЛЕЙ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА

В настоящее время в отечественной практике широкое применение нашли специальные способы литья для изготовления тонкостенных отливок более точной размерности из чугуна с пластинчатым, вермикулярным (ВГ) и шаровидным (ШГ) графитом. В связи с этим представляет интерес получение тонкостенных отливок дизельного двигателя из чугуна с шаровидным графитом. Основными трудностями в получении данных отливок являются:

- внутренние напряжения, возникающие в процессе кристаллизации отливок;
- изменение геометрических размеров и формы отливки при затвердевании (коробление);
- нестабильность образования шаровидного графита в различных сечениях отливки;
- получение отбела в тонких частях отливки.

Устранить указанные дефекты литья можно с помощью термической обработки отливок.

По эксплуатационным свойствам, а также пластичности ЧШГ значительно превосходит ЧПГ и ЧВГ. Обрабатываемость отливок из ЧШГ зависит от типа металлической основы, количества, формы и распределения графитовых включений. Склонность к кристаллизации с ферритной структурой металлической основы улучшает обрабатываемость. Сопротивление резанию и изнашивание инструмента меньше, чем при обработке ЧПГ. Повышение доли перлита (П) в структуре металлической основы повышает твёрдость (HB) и прочность (σ_B), однако ухудшает обрабатываемость. Особенно это заметно в отливке с различной толщиной стенки (появление отбела в тонких частях отливки). Уровень обрабатываемости ЧШГ, особенно при операциях сверления зависит не только от твердости и прочности, но и от пластичности металла.

Применение термической обработки феррито-перлитных чугунов (ФП ЧШГ) позволяет значительно увеличить износостойкость, исключить появление трещин в отливках, их коробление, устранить отбел.

RESEARCH OF INFLUENCE OF MODES OF HEAT TREATMENT ON PROPERTIES OF DETAILS OF THE DIESEL ENGINE FROM HIGH-STRENGTH PIG-IRON

Abstract: In the given work influence of various modes of heat treatment on properties of details from high-strength pig-iron of the diesel engine is considered, and also the choice of an optimum mode of thermal processing for the further working out of technology and introduction in operating manufacture is proved.

В.И. Володин, В.Б. Кунтыш, Н.Г. Самойлюкович

УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь,
e-mail: volvic@mail.ru

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ КОНДЕНСАЦИОННОГО ТЕПЛООБМЕННИКА ДЛЯ ГЛУБОКОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ПАРОВЫХ КОТЛОВ НА ПРИРОДНОМ ГАЗЕ

Температура уходящих дымовых газов в котлах может достигать 200°C. Охлаждение их ниже температуры точки росы, что является содержанием термина «глубокое охлаждение», позволяет увеличить КПД котла на 6–10% и

обеспечить экономию до 10 % топлива газифицированных котельных. В этом случае можно использовать не только теплоту сухого охлаждения продуктов сгорания, которая не столь значительна, но и теплоту конденсации содержащегося в них водяного пара.

Теоретические исследования и инженерные приложения позволили обосновать и эксплуатационно подтвердить применение в качестве поверхности теплообмена конденсационных теплообменников-утилизаторов биметаллические ребристые трубы (БРТ) с алюминиевыми ребрами. Однако не все БРТ обеспечивают длительную надежность работы в промышленных условиях, а лишь трубы на основе нержавеющей стали марок X18H9T. Для этих целей используют модификации биметаллических калориферов типа КСк Костромского калориферного завода, которые не в полной мере удовлетворяют конструктивным и эксплуатационным требованиям. Отмечается необходимость индивидуального проектирования конденсационных теплообменников из БРТ с обоснованными авторами параметрами оребрения, диаметром несущей трубы, материальному исполнению.

В связи с этим предлагаются феноменологические уравнения подобия по теплоотдаче и сопротивлению шахматных пучков из БРТ для сухой и «мокрой» зон конденсационного теплообменника каждого ряда по направлению течения потока газообразных продуктов сгорания. Уравнения приводятся для пучков с коэффициентом оребрения 9,4; 14,2 и 20,4, что достаточно для оптимального выбора типоразмера трубы. Предложена расширенная область типов БРТ, в частности из труб, оребренных алюминиевыми спиральными KLM-ребрами, которые защищены патентами. Конденсационные теплообменники из таких труб обладают в 1,8 – 2,0 раза меньшей металлоемкостью, слабой загрязняемостью, пониженным аэродинамическим сопротивлением.

В настоящей работе также рассматривается влияние термического контактного сопротивления (ТКС) БРТ с учетом изменчивости физико-механических свойств металлов и температур теплоносителей, что позволяет обеспечить адекватность расчета подобных теплообменников.

THERMAL CALCULATION CONDENSATION HEAT EXCHANGER FOR DEEP COOLING OF COMBUSTION PRODUCTS OF STEAM BOILERS ON NATURAL GAS

Abstract: Applicability of bimetallic ribbed pipes for cooling combustion products of boilers below a dew point is considered. The empirical equations for calculation of heat transfer and friction drag from ribbed pipes are given. Thermal contact resistance is considered.

ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЗДУШНЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

Воздушные теплообменные аппараты широко применяются в системах вентиляции и кондиционирования, на транспорте, в сушильных камерах, в системах охлаждения технологических продуктов и транспортировки природного газа. Проблемы их эксплуатации связаны с уменьшением теплового потока и увеличения затрат энергии на прокачку воздуха из-за отложений на внешней ребристой поверхности теплообмена взвешенных пылевых частиц из атмосферы и пыли, образующейся в технологических процессах. В работе рассматривается расчетный метод, учитывающий влияние пылевидных отложений на работу аппаратов.

Концентрация пыли в атмосфере существенно зависит от окружающих условий. В сельской местности, где воздух наименее загрязнен, она составляет $0,05 - 0,15 \text{ мг/м}^3$, в городском промышленном районе $1 - 10 \text{ мг/м}^3$ (воздух с содержанием пыли не более 1 мг/м^3 считается технически чистым), а в производственных помещениях до 53 мг/м^3 . Пыль технологического происхождения разнообразна по химическому составу, размеру и плотности частиц. Дисперсный состав пыли также зависит от условий. В «сельском» воздухе 90% частиц имеют размер менее 5 мкм. Промышленная пыль содержит крупные частицы: до 80% частиц могут иметь размер более 60 мкм.

Вычислительный эксперимент по предлагаемой методике показал, что в теплообменниках, в которых поверхность межреберных промежутков загрязнена на 20 – 30%, уменьшается тепловой поток на 19–20%. Увеличение слоя отложений способствует росту аэродинамического сопротивления, что также ухудшает эффективность работы теплообменников и увеличивает затраты мощности на прокачку воздуха до двух раз.

При эксплуатации воздушных теплообменных аппаратов важно оперативно контролировать степень загрязнения поверхности теплообмена и своевременно ее очищать, что будет соответствовать их максимальной энергоэффективности. Периодичность и методы очистки следует определять на основании анализа окружающих условий в месте установки оборудования и характера пылевидных отложений. В некоторых случаях целесообразно проводить предварительную очистку воздуха перед подачей в аппарат.

Abstract: The influence of fouling of the air heat-carrier on thermal and pressure drop parameters of air heat exchangers is analyzed by the numerical method. Fouling leads to reduction of a thermal current and growth of flow friction.

Н.М. Горбачев, В.П. Кожин

ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси», Беларусь, e-mail: kozhin@hmti.ac.by

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ СУШКИ ДРЕВЕСНЫХ И ДРУГИХ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Потребление тепловой и электрической энергии в промышленности в значительной степени определяется затратами на сушку. В связи с этим большой интерес вызывают энергоэффективные способы удаления влаги. В последнее время возобновился интерес к комбинированному термомеханическому способу сушки материалов (сбросом давления). Еще в 1926 г. Х. Флейсснер предложил этот способ для сушки угля. Этот метод сушки отмечался как перспективный в работах А. В. Лыкова для сушки капиллярно-опористых тел, включая древесину.

Сущность термомеханического способа заключается в следующем. Влажный материал помещается в герметичную камеру, где он прогревается с ростом давления газовой смеси в камере. Затем при быстром сбросе давления из камеры в объеме материала происходит активное парообразование за счет аккумулированного им тепла. Высокоинтенсивный молярный поток пара выбрасывает часть свободной влаги в жидком виде (капель), в результате чего существенно снижаются затраты энергии на испарение и следовательно в целом на процесс сушки. Эффект термомеханического удаления влаги из материала реализуется и при вакуумно-импульсной сушке.

Процесс сушки сбросом давления зависит от температуры T и давления P в сушильной камере, количества циклов сушки, характеристик материала, скорости сброса давления, метода и интенсивности подвода тепла к материалу и др.

В данной работе представлены результаты экспериментальных исследований по циклической термомеханической сушке древесных материалов с кондуктивным и конвективным подводом тепла. Показано, что скорость сушки с использованием термомеханического удаления влаги возрастает во много раз по сравнению с традиционной конвективной тепловой сушкой в камерах. Для оцилиндрованной древесины определен диапазон

параметров T , P и др., обеспечивающих качественную сушку. Ведется работа по совмещению процесса сушки и термо-модифицирования древесины.

Проведены также исследования по сушке изделий из твердеющих водно-силикатных дисперсных систем, направленные на утилизацию отходов производства минераловатных изделий.

ENERGY-EFFICIENT TECHNOLOGY OF DRYING OF WOOD AND OTHER CAPILLARY-POROUS MATERIALS

Abstract: The results of an experimental study of the thermomechanical drying of wood and other capillary-porous material by the depressurization method are presented. Molar steam flow throws out water from the material in the form of drops and consequently power consumption of drying process decreases. The high rate of the process of thermomechanical drying with a good quality of dried articles has been confirmed.

Л.Р. Дудецкая, Ю.Г. Орлов, В.В. Александров

ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси», Беларусь,
e-mail: phti@belhost.by

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЛИТЫХ ВСТАВОК ШТАМПОВ

Для изготовления литых вставок штампов на ОАО «Белкард» (г. Гродно) применяют дорогостоящие термореактивные формовочные смеси, загрязняющие атмосферу фенолом и формальдегидом.

С целью повышения выхода годного штамповой стали и экономии формовочных материалов внедряется технология получения крупных отливок вставок штампов в металлооболочковых литейных формах, разработанная специалистами Физико-технического института НАН Беларуси, Белорусского государственного аграрно-технического университета и отдела главного металлурга ОАО «Белкард».

Дальнейшим совершенствованием конструкции литейной формы для получения отливок вставок штампов является использование в верхней (прибыльной) полуформе шамотных изделий, что позволяет уменьшить массу прибыли и сократить расход формовочной смеси.

Показатели расхода материалов на изготовление отливки вставки штампа №6 приведены в таблице.

Таблица. Показатели расхода материалов на изготовление формы для отливок вставки штампа №6

Вид литейной формы Показатели расхода материалов, кг	Блочная	Металло-оболочковая	Блочная с использованием шамотных изделий	Металло-оболочковая с использованием шамотных изделий
Масса отливки	285	285	285	285
Масса прибыли	140	115	50	50
Масса металла в форме	425	400	335	335
Расход термореактивной формовочной смеси,				
- для нижней полуформы	181	135	181	135
- для верхней полуформы	196	140	-	-
	6,5	10,5	10,5	10,5
- стержня-перемычки	383,5	285,5	191,5	145,5
Расход смеси, всего				
Масса шамотной воронки	-	-	15	15
Масса кварцевого песка	-	-	3	3

Конструкция металлооболочковой литейной формы с использованием шамотных изделий в прибыльной полуформе защищена патентом Республики Беларусь № 4801 В22Д 15/00 от 2008.10.30

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCTION OF CAST DIE INSERTS

Abstract: The resource-saving technology has been developed for production of casting moulds intended to fabricate die inserts using fireclay trumpet bell in top half-mold for formation of casting head. The technology enables decrease of casting head mass and reducing the consumption of sand thermoreactive mix.

В.И. Жорник, А.И. Полуян

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ НАПЛАВКИ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКЕ

Особенностью электроконтактной наплавки порошковых материалов в металлической оболочке (ЭКНПО) является применение в качестве присадочного материала порошковой проволоки. Для изготовления оболочки используется малоуглеродистая сталь в виде ленты или трубы, порошковая сердцевина представляет собой смесь металлических и неметаллических материалов. Электроконтактная наплавка порошковых материалов в оболочке позволяет формировать наплавленный композиционный слой, состоящий из мягкой матрицы и твердой износостойкой фазы. В качестве износостойкой фазы могут использоваться феррохром, карбиды, оксиды и др.

Сущность ЭКНПО заключается в том, что на поверхность детали помещают порошковый материал, заключенный в металлическую оболочку, через него пропускают импульсы электрического тока, доводят присадку до пластического состояния и деформируют с помощью ролика-электрода наплавочной электроконтактной машины

Оболочка позволяет осуществлять предварительное формирование порошкового материала, вследствие совместной пластической деформации приконтактного объема упрочняемой детали и присадочного материала образуется твердофазное соединение покрытия с основным металлом. Для того, чтобы получить определенную толщину порошкового наплавленного слоя, достаточно заранее рассчитать диаметр оболочки и учесть начальную плотность порошковой сердцевины и пластические свойства материала покрытия. В случае применения ферромагнитных порошков оболочка предотвращает выбрасывание порошка из зоны наплавки электромагнитными силами. При наличии металлической оболочки появляется возможность предварительного уплотнения порошкового материала методами протяжки или прокатки. При необходимости компактирование порошка также можно произвести до электроконтактной наплавки, причем оболочка предохраняет порошковый материал от окисления во время спекания и создает благоприятное напряженное состояние при деформировании. Оболочка является также своеобразной технологической прокладкой как между порошковым материалом и роликом-электродом контактной наплавочной машины, так и между поверхностью упрочняемой детали и порошком. В первом случае предотвращается контакт ролика-электрода с твердыми режущими кромками частиц порошка и повышается срок службы электродов вследствие исключения абразивного износа; во втором случае оболочка служит мягкой прокладкой между порошковым материалом и поверхностью детали.

Подбирая материал оболочки с учетом физико-механических свойств материалов порошка и детали, можно снизить остаточные напряжения в наплавляемом слое. За счет наличия токопроводящей оболочки метод ЭКНПО позволяет наносить композиционные порошковые материалы с высоким содержанием неэлектропроводных компонентов.

Электроконтактная наплавка порошковых материалов в металлической оболочке является одним из направлений расширения технологических возможностей электроконтактного способа нанесения покрытий, обеспечивающих повышенную износостойкость и адгезионную прочность.

THE FEATURES OF OHMIC CONTACT SURFACING OF POWDER MATERIALS IN METAL SHELL

Abstract: The features of ohmic contact surfacing of powder materials in a metal shell is described. The metal shell is made of low-carbon steel in the form of tape or tube, the powder core is a mixture of metallic and nonmetallic materials. The ohmic contact surfacing of powder materials in the shell allows to form composite layer consisting of a mild matrix and hard wear resistant phase. As a wear resistant phase can be used ferrochrome, carbides, oxides, etc.

Р.Г. Идиятуллин, Р.Х. Галимзянов, Е.И. Грачева, Е.В. Рюмин

Казанский государственный энергетический университет, Россия,
e-mail: mcelt@rambler.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРЕДПРИЯТИЯ ПО КРИТЕРИЮ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Снижение потерь электроэнергии в производственном процессе в настоящее время является одной из важнейших научно-технических задач. Структура нефтехимического предприятия представляет собой сложную функциональную систему, где от технического состояния и надёжности оборудования в значительной степени зависит объём и качество выпускаемой продукции. При этом система не должна допускать отклонение и рассогласование параметров. В противном случае возрастают потери электроэнергии.

Исследования, проведённые на одном из энергонасыщенных предприятий нефтехимии показали, что наиболее адекватной функциональной моделью является энергетическая характеристика предприятия. Методами планирования эксперимента были получены статистические данные, обработка

которых позволила получить уравнения регрессии. Коэффициенты уравнений регрессии были получены методом наименьших квадратов. Исследования модели на воспроизводимость дали положительные результаты.

Разработана модель множественной регрессии процесса, основанная на нахождении экспоненциальной зависимости между фактическими удельными энергозатратами и объёмами производства продукции.

Исследованы, предложены и внедрены методики оценки и расчёта прогрессивных базовых удельных норм электропотребления.

OPTIMIZATION OF THE POWER CHARACTERISTIC OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF THE ENTERPRISE BY CRITERION OF THE ELECTRIC POWER SAVINGS

Abstract: Decrease in losses of the electric power in production is the important scientific and technical problem. As a result of the researches spent on one of the high power factory of petrochemistry have been investigated, offered and introduced in manufacture of a technique of an estimation and calculation of base norms of a electric power consumption. The method is based on a dependence finding between specific power inputs and volumes of output. Calculation is made on a method of the least squares.

В.В. Клубович, М.М. Кулак, Л.Л. Платонов

ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси», Беларусь,
e-mail: mmk_vit@mail.ru

САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩИЙСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СИНТЕЗ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ. УЛЬТРАЗВУК КАК СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ПРОДУКТАМИ СИНТЕЗА

В настоящее время одним из перспективных способов получения тугоплавких неорганических соединений является метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). Несмотря на кажущуюся простоту получения нового продукта, изготовить материал с заданными составом и свойствами, далеко не просто. Общих представлений о процессе оказывается недостаточно. Требуется глубокое понимание закономерностей механизма горения и структурообразования. Создание научных принципов управления процессами СВС и свойствами продуктов синтеза является важной задачей. Одной из актуальных проблем СВС–процесса является изучение влияния внешних воздействий на кинетику процесса и

механизмы структурообразования конечных продуктов реакции. В связи с этим представляет практический и научный интерес изучение воздействия физических полей на закономерности СВС, направленное на поиск новых путей управления и исследования реакции и является реальной основой для разработки гибких технологических процессов получения СВС – продуктов, обладающих необходимыми свойствами. За основу взята система титан бор: система с большим числом возможных синтезированных фаз. Соединения боридов титана обладают важными эксплуатационными характеристиками, такие как жаростойкость, жаропрочность, износостойкость. Их используют при изготовлении сопел установок для распыления жидких металлов, трубопроводов для транспорта расплавленных металлов, защитных чехлов термопар.

В работе рассматривается процесс синтеза системы титан–бор при наложении ультразвуковых колебаний (УЗК). Установлены зависимости параметров волны горения (скорость и максимальная температура горения) и коэффициента теплоотдачи с поверхности образцов от амплитуды УЗК. Изучено влияние УЗК на кристаллическую структуру синтезированных фаз, фазовый состав продуктов синтеза. Проведен калориметрический анализ конечных продуктов синтеза.

Экспериментальные исследования процесса СВС системы титан–бор показали, что воздействие ультразвуковых колебаний приводит к изменению скорости горения, максимальной температуры горения, коэффициента теплоотдачи с поверхности образцов в окружающую среду. Результаты рентгеновских и калориметрических измерений показали, что воздействие ультразвуковых колебаний приводит к изменению фазового состава и кристаллической структуры конечных продуктов синтеза.

SELF-PROPAGATION HIGH-TEMPERATURE SYNTHESIS OF NONORGANICS MATERIALS. ULTRASOUND IS METHOD CONTROL OF SYNTHESIS PRODUCTS

Abstract: The ultrasonic vibrations (UV) influence on the conditions of thermoexchange between sample and ambient media was investigated; the coefficients of heat withdraw for the systems of interest were calculated. The UV effect on combustion rate and combustion temperature was studied. It's theoretically established that the increasing of the coefficient of heat withdraw from sample surface cause the decreasing of combustion rate and combustion temperature. The UV influence on the phase composition, lattice parameters, synthesized phases, heat capacity of synthesis products was investigated. The conclusion that in SHS-processes UV may applied for the control of the combustion process and the final product structure formation was done

И.Н. Лис¹, В.М. Веселуха¹, Р.Э. Трубицкий²

¹Лидский колледж УО «Гродненский государственный университет
им. Янки Купалы», Беларусь

²ОАО «Лидский литейно-механический завод», Беларусь

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ЛИТЬЯ ОТЛИВОК ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА ДЕТАЛЕЙ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Сочетание высоких литейных, механических и теплофизических характеристик высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ЧШГ) обусловило расширение его использования как отечественными, так и зарубежными производителями для изготовления ответственных деталей машин, в том числе и для тонкостенных, сложной конфигурации, эксплуатируемых в условиях силового и теплового нагружения.

Особенность свойств ЧШГ обусловлено, главным образом, структурой графитовых включений. Каждая частица ШГ вырастает из отдельного центра кристаллизации. Шаровидная форма графита оказывает на металлическую основу металла значительно меньшее надрезающее влияние, чем включения пластинчатого графита (ПГ). Малые расстояния между ШГ обеспечивают меньшую склонность к отбелу (особенно тонкостенных отливок) и образованию усадочных дефектов, повышению плотности, тепло- и электропроводности.

Отливки из ЧШГ, в большинстве случаев, не подвергают термической обработке, поскольку при правильно выбранной технологии требуемая структура металлической основы (преимущественно феррито–перлитная) обеспечивается в результате кристаллизации. Для увеличения доли перлита и прочностных свойств расплав легируют Cu , Mn , Mo и другими элементами.

Механические свойства ЧШГ в меньшей степени зависят от степени эвтектичности (СЭ), чем свойства ЧПГ, что позволяет свободнее варьировать химический состав чугуна. Такое же действие оказывает и скорость кристаллизации (V_k). При изменении толщины стенки от 20 до 4 мм твердость чугуна повысилась незначительно (20НВ). Значительное влияние на механические свойства оказывает химический состав сплава и толщина песчано–смоляного облицовочного слоя (от 160НВ до 300НВ).

Применение ЧШГ для разностенных отливок взамен стального проката и легированного серого чугуна позволяет не только снизить стоимость, но и

повысить прочность материала, выровнять свойства его в различных сечениях, снизить литейные напряжения, устранить коробление отливок, резко понизить склонность отливок к трещинообразованию.

RESEARCH AND OPTIMISATION OF MODES OF MOULDING CASTINGS FROM HIGH-STRENGTH PIG-IRON OF DETAILS OF THE DIESEL ENGINE

Abstract: In work influence of modes of moulding on quality casting details of the difficult form from high-strength pig-iron is considered.

**В.В. Рубаник¹, О.Н. Махановская², В.В. Яснoв¹, Д.А. Багрец¹,
О.Е. Симикиян³**

¹ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси», Беларусь,
e-mail: ita@vitebsk.by

²УО «Витебский государственный технологический университет»,
e-mail: vanechka_2000@mail.ru

³ЗАО «Шелковый комбинат»

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ДИСПЕРГИРОВАНИЕ ЖИДКИХ СРЕД ПОД ИЗБЫТОЧНЫМ ГИДРОСТАТИЧЕСКИМ ДАВЛЕНИЕМ

Ультразвуковые колебания позволяют в несколько раз ускорить процессы, протекающие между неоднородными средами (растворение, очистка, диспергирование, пропитка, эмульгирование и т.д.). Ультразвуковое диспергирование в кавитационном режиме при избыточном статическом давлении за счет увеличения одновременно и звукового и статического давления при поддержании между ними оптимального соотношения позволяет многократно повысить интенсивность ультразвуковой кавитации. Спроектированная и изготовленная экспериментальная установка предназначена для ультразвукового диспергирования под избыточным гидростатическим давлением в пределах 10 атмосфер углеродных наноматериалов, твердых частиц в жидких средах, получения стойких водомасляных эмульсий и т.п. на проток. Установку можно использовать для приготовления красильных растворов, эмульсий и суспензий в текстильной, пищевой, химической, машиностроительной промышленности и медицине.

Результаты микроструктурных исследований показали, что после ультразвукового воздействия обрабатываемые жидкости характеризуются наименьшими размерами частиц, а после ультразвуковой обработки под давлением еще и высокой однородностью суспензии. Так, после

диспергирования конгломератов углеродных наноматериалов размером более 10 мкм средний размер частиц становится меньше одного микрона; суспензий из экстракта зверобоя – меньше 5 мкм при исходном размере более 40 мкм; водомасляных эмульсий – меньше 3 мкм при исходном размере более 30 мкм. Установлено, что для каждого вещества существуют оптимальные режимы диспергирования, обеспечивающие получение частиц минимального размера и максимальную устойчивость эмульсий.

Таким образом, использование избыточного гидростатического давления в рабочем объеме обрабатываемой жидкости позволяет оптимизировать процесс ультразвукового диспергирования и повысить тем самым эффективность воздействия ультразвука на технологические процессы, а диспергирование на проток – непрерывно обрабатывать необходимые объемы жидких сред.

ULTRASONIC DISPERSION OF LIQUID MEDIUMS UNDER THE HYDROSTATIC PRESSURE

Abstract: The developed equipment and technology of ultrasonic dispersion in cavitation mode at the static overpressure allow to increase the efficiency of ultrasonic exposure on the processes passing in liquid mediums.

А.С. Семенов, В.В. Тетерятников

ГНУ «Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения
НАН Беларуси», Беларусь

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ УСТАНОВОК УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА УХОДЯЩИХ ГАЗОВ ОТ КОТЛОВ И ПЕЧЕЙ НА ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСПУБЛИКИ

Разработка энергосберегающих установок утилизации тепла уходящих газов является одним из приоритетных направлений социально-экономического развития страны, т.к. предусматривает использование вторичных энергетических ресурсов, что позволяет снизить потребление природного газа.

Энергетическое обследование предприятий РУПП «Гроднохлебпром», «Гомельхлебпром», «Брестхлебпром» показало, что основное количество хлебопекарных печей и котлов не оборудовано установками утилизации тепла уходящих газов. С уходящими газами, имеющими температуру 170°C – 300°C выбрасывается в атмосферу от

8 до 13% тепловой энергии, затрачиваемой на работу теплоагрегатов. Вместе с тем на подогрев воздуха и воды, использующихся в технологическом цикле

предприятий, затрачивается водяной пар, получаемый или от собственных котельных или от тепловых сетей. Конструкция новых хлебопекарных печей и котлов предусматривает возможность поставки оборудования для утилизации тепла уходящих газов, однако стоимость такого оборудования достаточно велика, поэтому оно, как правило, не приобретается. Разработанные нами установки утилизации тепла отличаются низкой стоимостью и возможностью монтажа собственными силами предприятий.

Для нагрева воды в качестве экономайзеров используются серийно выпускаемые калориферы с оребренными трубами типа КСК, обладающие низким гидравлическим сопротивлением по дымовому тракту, поэтому установка калориферов практически не оказывает влияния на технологический режим работы печей и котлов. Уходящие газы хлебопекарных печей содержат большое количество влаги, поэтому температуру уходящих газов после калориферов необходимо регулировать таким образом, чтобы исключить ее конденсацию. В условиях действующего производства поставленная задача решается путем расчета и подбора индивидуального калорифера для каждой печи и разработкой схемы, позволяющей регулировать температуру уходящих газов после утилизации тепла. Расчет схемы разводки, необходимого расхода и давления горячей воды производится с учетом конкретных технологических требований производства.

Для нагрева воздуха в установках утилизации тепла используются оригинальные пластинчатые подогреватели конструкции НИЦПР НАН Беларуси, выпуск которых освоен на «Заводе сантехзаготовок» ОАО «Белсантехмонтаж» в г. Гродно. Разработанная конструкция воздухоподогревателей за счет регулировки числа и изменения форм пластин, регулирования числа ходов и геометрического пространства для прохода уходящих газов и нагреваемого воздуха позволяет для каждой печи рассчитать и изготовить индивидуальный воздухоподогреватель, обеспечивающий заданные технологические режимы работы печи, исключаящие брак продукции. Установки утилизации тепла компактны, быстро монтируются, позволяют использовать тепло уходящих газов для сушки хлебобулочных изделий, сушки лотков, создания тепловых завес и других технологических целей. Срок окупаемости установок – около одного года.

Установки утилизации тепла внедрены в городах: Гродно, Гомель, Новогрудок, Лида, Слуцк, Барановичи, Слоним, Сморгонь. Общая экономия топлива от эксплуатации внедренных установок в 2008г. составила около 500 тонн условного топлива.

DEVELOPMENT AND AN INTRODUCTION ENERGY SAVING INSTALLATIONS OF HEAT UTILIZATION OF GOING AROUND GASES

FROM BOILERS AND OVENS AT THE BAKING ENTERPRISES OF REPUBLIC

Abstract: Installations of heat utilization are introduced in cities: Grodno, Gomel, Novogrudok, Lida, Slutsk, Baranovichi, Slonim, Smorgon. The general fuel economy from operation of the introduced installations in 2008 has constituted about 500 tons of standard fuel.

Т. В. Сидорович, В.И. Байков

ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси», Беларусь, e-mail: lusid@hmti.ac.by

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООТДАЧИ ПРИ ЛАМИНАРНОМ ВЯЗКОСТНОМ ТЕЧЕНИИ ЖИДКОСТИ В ПЛОСКОМ КАНАЛЕ (ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

Обоснованные рекомендации по повышению технического уровня теплообменного оборудования с применением сложных методов интенсификации теплообмена, заключающихся в организации нестационарных ламинарных режимов течения капельных жидкостей в каналах с пережатиями, требуют уточнения механизмов переноса тепла и импульса на стенках таких каналов и полноценных сведений, описывающих все возможные особенности течения и теплообмена в этих каналах. Общие физические принципы, лежащие в основе механизма интенсификации теплоотдачи в таких каналах, известны давно, однако количественные соотношения для теплогидравлического расчета каналов в широком диапазоне изменения геометрических параметров (высота, шаг, форма поперечного сечения) и гидродинамических условий течения определены далеко не полностью. Связано это с тем, что гидродинамическая картина течения при наличии зон отрыва и рециркуляции потока для жидкостей, динамическая вязкость которых зависит от температуры, отличается сложностью, что делает затруднительным строгое математическое описание процессов теплопереноса в таких каналах, и выводит на первый план численное моделирование.

Определение характера влияния на теплоотдачу режима течения (пульсационный или стационарный) и изменения профиля проходного сечения канала за счет изменения расположения пережатий является предметом выполненного исследования. Рассмотрены короткие в тепловом смысле каналы (термический начальный участок), форма проходного сечения которых при определенной скорости входного потока обеспечивает возникновение отрывной зоны вблизи стенки при стационарном режиме течения теплоносителя.

Показано, что для стационарного режима течения теплоносителя изменение формы проходного сечения канала может обеспечить больший (по меньшей мере, вдвое) диапазон изменения входной скорости без образования зон обратного циркуляционного течения и меньшие значения поверхностных напряжений за счет изменения гидродинамики течения. Полученные результаты позволяют дать обоснованные рекомендации для выбора оптимального режима функционирования рекуперативного теплообменника, в котором в качестве теплоносителя используется вязкая жидкость.

INTENSIFICATION OF A LAMINAR CONVECTIVE HEAT TRANSFER OF A VISCOUS
LIQUID IN A FLAT CHANNEL
(NUMERICAL RESEARCH)

Abstract: by numerical researches it is shown that a change in the form of through passage section of a flat channel for a stationary laminar viscous liquid flow leads to a change in flow hydrodynamic characteristics and substantially intensifies convective heat transfer.

МАТЕРИАЛОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

З.А. Антонова, В.С. Крук, Ю.В. Максимук

Научно-исследовательский институт физико-химических проблем Белгосуниверситета,
Беларусь

ЗАВИСИМОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА МЕТИЛОВЫХ ЭФИРОВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ, ПРОИЗВОДИМЫХ В БЕЛАРУСИ, ОТ ТЕХНОЛОГИИ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ

Энергетический кризис, носящий глобальный характер, приводит к необходимости поиска новых, энергетически оправданных технических решений в области агропромышленного производства, позволяющих превратить сельское хозяйство из крупного потребителя топливных ресурсов в эффективного его производителя. Получаемое из растительного сырья воспроизводимое и экологически чистое топливо, метиловые эфиры высших жирных кислот (МЭЖК), сегодня выпускаются двумя крупными производственными объединениями: ОАО «Гродно Азот» и ОАО «Могилевхимволокно». МЭЖК получают традиционным методом – переэтерификацией рапсового масла метанолом в присутствии щелочного катализатора. Основное отличие технологических процессов заключается в выделении конечного продукта из реакционной смеси и его очистке.

Качество основного получаемого продукта – МЭЖК, в первую очередь, зависит от состава и свойств исходного рапсового масла. В результате отработки технологии получения биотоплива были сформулированы требования к качеству исходного рапсового масла, введенные в соответствующий ТНПА.

Большой массив экспериментальных данных по анализу качества выпускаемых в республике МЭЖК позволил установить различия в величинах их основных характеристик, обусловленные особенностями двух разных технологических процессов.

Нами выполнены экспериментальные исследования термической и окислительной стойкости индивидуальных МЭЖК, а также их смесей. Полученные результаты позволили объяснить различия в свойствах получаемых эфиров, а также предложить пути улучшения качества получаемого биотоплива.

DEPENDENCE OF PARAMETERS FOR FATTY ACID METHYL ESTERS, PRODUCED
IN BELARUS, FROM TECHNOLOGY THEIR RECEIVING

Abstract: The parameters of quality for fatty acid methyl esters, produced on two chemical plants in Belarus (GrodnoAzot and MogilevKhimvolokno), were determined. Dependence of quality for fatty acid methyl esters from technology their receiving is established.

Е.В. Грахольская, В.Г Барсуков, О.С. Волк

УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Беларусь, e-mail
: ktm@grsu.by

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ВИНТОВОЙ НАРЕЗКИ ЧЕРВЯКОВ ЭКСТРУДЕРОВ С УСИЛЕННЫМ СЕРДЕЧНИКОМ

В конструкциях мини-экструдеров, а также экструдеров для переработки материалов с низкой насыпной плотностью перспективны трёхзонные червяки с усиленным сердечником. Обладая высокой прочностью, жесткостью и износостойкостью, они являются в ряде случаев более технологичными в изготовлении, чем традиционные конструкции. Вместе с тем, многие вопросы работоспособности таких устройств не изучены, методики расчета параметров винтовой нарезки в должной мере не разработаны. Имеющиеся в литературе рекомендации созданы применительно к типовым конструкциям червяков на основе многочисленных дорогостоящих экспериментов. Возможность применения этих формул для проектирования модифицированных конструкций червяков, в том числе с усиленным сердечником, остаётся открытой.

В ряде работ предложена методика расчета параметров винтовой нарезки червяков на основе трибомеханической модели взаимодействия перерабатываемого материала с червяком и цилиндром применительно к простейшей форме сечения витка – прямоугольной. Для трапецеидального сечения влияние формы и размеров витка на работоспособность устройства не изучено, что и послужило основанием для проведения исследований, описываемых в данной работе.

При анализе исходили из того, что перемещение перерабатываемого материала вдоль винтового канала, его уплотнение и последующее выдавливание через экструзионную головку обеспечиваются за счет разности положительной силы трения, действующей на поверхности контакта перерабатываемого материала с цилиндром экструдера, и отрицательной силы трения, действующей на рабочей поверхности винтового канала червяка. Существенное значение для снижения отрицательной силы трения приобретает уменьшение площади поверхности винтового канала, что может быть достигнуто увеличением угла при вершине гребня. Однако при этом происходит одновременно уменьшение полезной площади осевого сечения этого канала, что может отрицательно сказаться на производительности устройства.

Составлены расчетные модели и выполнен комплекс исследований, направленных на изучение влияния угла подъема винтовой линии, угла при вершине гребня витка, ширины и высоты гребня на транспортирующую способность червяка с усиленным сердечником. Установлены оптимальные значения этих параметров с позиций обеспечения работоспособности для

случая наиболее неблагоприятного соотношения удельных сил трения по червяку и цилиндру.

THE PARAMETERS OPTIMIZATION METHOD OF THE EXTRUDER SCREW CHANNEL TURN WITH THE REINFORCED CORE

Abstract: The influence of the shape and sizes of the channel turn and helix angle of the screw with reinforced core is investigated. The optimal parameters for the efficiency in the most unfavorable ratio of the specific friction forces acting on the screw and cylinder are established.

**О.А. Ермолович², Н.С. Винидиктова¹, Е.В. Лакшина²,
Г.Г. Печерский¹**

¹УО «Белорусский государственный университет транспорта», Беларусь

²ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им.
В.А. Белого НАН Беларуси», Беларусь

ДЕФОРМАЦИОННО-ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В настоящее время упаковка выполняет не только информационно-эстетическую функцию, но и служит защитой продукции от воздействия биоагентов (моли, коврового жука и др.). Проблемы защиты сырья и материалов от биоповреждений являются объектом внимания служб, занятых хранением изделий на складах.

Традиционно борьбу с вредителями проводят физическими (механическая очистка, просушивание складов и др.) и химическими (опыление, фумигация помещений, сырья, материалов и готовых изделий) методами. Эти методы трудоемки и экологически небезопасны.

Перспективными являются материалы, в частности полимерные, содержащие химические реагенты, отпугивающие, либо вызывающие гибель вредных насекомых путем диффузии инсектицида в контактную среду. Их применение позволит снизить риск поражения окружающей среды, за счет локального воздействия на упаковываемую продукцию. Однако к таким материалам предъявляются специфические требования: удовлетворительные деформационно-прочностные и барьерные характеристики, высокая инсектицидная активность. В настоящее время вопросы создания полимерных инсектицидных материалов находятся на стадии экспериментальных исследований.

Целью работы является разработка рецептуры и технологии изготовления инсектицидных полимерных пленок.

В качестве базового полимера использовали полиэтилен высокого давления (ПЭВД), модифицирующих реагентов – инсектициды класса пиретроидов.

С целью оптимизации рецептуры инсектицидных полимерных пленок были проведены исследования технологической совместимости системы «пластификатор–инсектицид». В качестве пластификаторов использовали: вазелиновое масло, глицерин, диоктилфталат (ДОФ), диэтиленгликоль.

Установлено, что технологическая совместимость систем существенно зависит от природы пластификатора, температуры и соотношения компонентов. Полная совместимость наблюдалась для состава ДОФ – перметрин.

Результаты измерений прочностных характеристик исследуемых пленок свидетельствуют, что введение перметрина не оказывает существенного влияния на их значения и при этом материал приобретает новое свойство – инсектицидность.

DEFORMATION-DURABILITY PROPERTIES OF FUNCTIONAL COMPOSITE MATERIALS

Abstract: It is established that technological compatibility of systems essentially depends by nature softener, temperature and a parity of components. Full compatibility was observed for structure DOF – permethrine.

В.В. Клубович, В.А. Томило, В.И. Марусич

УО «Белорусский национальный технический университет», Беларусь,
e-mail: nil_pt@rambler.ru

ЭКОНОМИЧНЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ ПРОФИЛИ В УПРУГИХ ЭЛЕМЕНТАХ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ

Разработаны и испытаны в полевых условиях не имеющие аналогов в мире конструкция и технология изготовления плоских защитных элементов корпусов плугов. Конструкция предусматривает использование 4-х листов переменного профиля шириной 60 мм, толщиной в центре 8 мм и на концах 3,5–4,0 мм, взамен используемого в настоящее время пакета из 5 – 7 листов шириной 140 – 170 мм и толщиной 4,0–4,5 мм.

Разработана методика прогнозирования деформационных и прочностных характеристик упругих защитных элементов с профилем переменной толщины по заданным параметрам прокатного валка, исходной толщине листа и его прогибу после окончательной обработки. Представлен теоретический анализ напряженно-деформированного состояния с геометрически большими деформациями балочной, твердотельной и оболочечной моделей защитного элемента корпуса плуга и произведен его расчет методом конечных элементов с использованием современных программно-аппаратных средств. Проведена экспериментальная проверка полученных результатов на испытательном стенде.

Защитный элемент новой конструкции имеет массу в 1,3–1,9 раза меньше чем лучшие мировые образцы с сохранением требуемых эксплуатационных характеристик и взаимозаменяемости с традиционной конструкцией.

COSTEFFECTIVE VARIABLE PROFILES IN SOIL-CULTIVATING UNITS ELASTIC ELEMENTS

Abstract: The construction and manufacturing methods of plows cases flat protective elements are developed and tested in field conditions not having analogs in the world. The construction provides use of 4 sheets variable a profile in width of 60 mm, width in the center of 8 mm and on the ends 3,5–4,0 mm, instead of a now in use package from 5–7 sheets in width 140–170 mm and width 4,0–4,5 mm.

The technique of prediction deformation and strength performances of elastic protective elements with a variable width profile on the set roll parameters, initial width of a sheet and its bending flexure after final processing is developed. The theoretical analysis of the is intense-deformed condition with geometrically greater girders strains is presented, solid-state and shell models of a plough bottom protective element and its calculation by a finite element method with use of modern soft-hardware means is made. Experimental check of the gained results on the test-bed is lead.

The protective element of a new construction has mass in 1,3–1,9 time less than at the best global specimens with conservation of demanded operating characteristics and interchangeabilities with a traditional construction.

А.В. Кравцевич, А.И. Свириденко, М.И. Игнатовский, И.Г. Новик

ГНУ «Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения НАН Беларуси»,
Беларусь, e-mail: resource@mail.grodno.by

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ УПАКОВОЧНЫЕ НАНОПЛЁНКИ

Упаковочная промышленность постоянно выдвигает новые требования к полимерной упаковке, среди которых: повышение барьерных свойств плёнок, повышение прозрачности материала упаковки, непроницаемость для УФ излучения с целью увеличения срока хранения продуктов, защита содержимого упаковки от микроорганизмов, совершенствование механических свойств и коэффициента термоусадки упаковочных плёнок.

Целью данной работы явилось изучение возможности реализации данных требований за счет наномодифицирования многослойных упаковочных плёнок. В качестве наномодификатора применен углеродный наноматериал (УНМ). Экспериментальная часть работы выполнена на экструзионном оборудовании СП ЗАО «Биган», занимающегося производством колбасных упаковочных плёнок. Данные плёнки представляют собой сложную пятислойную систему, состоящую из внутреннего и внешнего слоя полиамида (ПА), между которыми – слой полиэтилена (ПЭ). Три полимерных слоя соединяются между собой двумя слоями адгезива. В ходе проведения эксперимента до 0,1 мас.% УНМ вводилось поочередно в каждый полимерный слой упаковочной плёнки.

Пленки, содержащие УНМ в ПЭ-слое, обладают увеличенной на 22,9% разрывной прочностью в продольном направлении рукава. Плёнки, содержащие в одном или одновременно в нескольких полимерных слоях УНМ, обладают увеличенным коэффициентом термоусадки в среднем в 2,6 раза в продольном и в 1,6 раза в поперечном направлении рукава. Оценка барьерных свойств плёнок проведена на основании показателя паропроницаемости. Данный показатель у упаковочных плёнок, содержащих одновременно во внешнем и внутреннем ПА–слое УНМ, снизился в 2 раза. Использование новой упаковки позволит уменьшить расход материала и повысить срок хранения упакованных продуктов.

THE RESOURCES SAVING PACKING NANOFILMS

Abstract: The pilot batch of nanomodified polymeric packing five-layer films has been turned out on the extrusion equipment of the JV JSC “Bigan”. The addition of carbon nanomaterial into packing films allows to increase the thermal shrinkage, mechanical and barrier properties. Use of new packing will allow to reduce the charge of a material and to increase a period of storage of the packed products.

Е.Ф. Кудина, Г.Г. Печерский

ГНУ «Институт механики металлополимерных систем
им. В.А. Белого НАН Беларуси», Беларусь, e-mail: kudina_mpri@tut.by

РАЗРАБОТКА ГЕЛЕОБРАЗУЮЩЕГО СОСТАВА ДЛЯ ВОДОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ

В настоящее время большинство нефтяных месторождений России, Беларуси и других стран СНГ вступили в завершающую стадию разработки. Добыча нефти с использованием системы поддержания пластового давления заводнением приводит к быстрому прорыву воды в добывающие скважины. Один из путей решения проблемы базируется на внедрении химических технологий ограничения водопритока. В последние годы для повышения нефтедобычи широко применяется тампонажный кремнийорганический материал АКОР-БН102 (производства России).

Целью работы являлась разработка отечественного гелеобразующего состава на основе промышленно выпускаемых в Республике Беларусь недорогих растворов щелочных силикатов, обладающего высокими физико-механическими и эксплуатационными характеристиками, предназначенного для проведения водоизоляционных работ в нефтяных, газовых и нагнетательных скважинах.

Используя широкий спектр органических и неорганических модификаторов раствора щелочного силиката, их концентрационного соотношения и технологических приемов получения стабильного совмещенного раствора разработан гелеобразующий состав на основе жидкого стекла. Полученный состав является агрегативно устойчивым, а при повышенных температурах в процессе фазового перехода формирует высокоэластичный гель, который обладает высокими водоизолирующими свойствами и отвечает технико-эксплуатационным требованиям, предъявляемым к реагентам для ограничения водопритока в нефтяные скважины.

Экспериментально показано, что разработанный гелеобразующий состав обладает низкой вязкостью, хорошей совместимостью с пластовыми водами повышенной минерализации, контролируемым временем гелеобразования при пластовой температуре. На основе гелеобразующего состава получен высокоэластичный, способный к самовосстановлению гель с высокими физико-механическими свойствами: прочностью до 325 кН/м^2 , скорость коррозии – $0,23\text{--}0,27 \text{ г/}(\text{м}^2\cdot\text{ч})$. Гель не оказывает контактного разрушающего действия на цементный камень, а при длительном контакте способствует его упрочнению в $1,5\text{--}2,0$ раза.

Проведенные модельные испытания водоизолирующей способности разработанного гелеобразующего состава на насыпной модели карбонатного пласта в условиях, приближенных к пластовым, показали, что гелеобразующий состав образует прочный тампонажный материал, обладающий высокой

водоизолирующей способностью (снижение проницаемости модели пласта составило 98,54 %).

Разработанный гелеобразующий состав для ограничения водопитока в нефтяные скважины по стоимости в два раза ниже в настоящее время применяемого тампонажного кремнийорганического материала АКОР–БН102. Учитывая высокие эксплуатационные характеристики и невысокую стоимость нового гелеобразующего состава, стоит ожидать его широкого применения в нефтедобывающей отрасли не только в Беларуси, но и за ее пределами.

DEVELOPMENT OF GEL-FORMING COMPOSITION FOR WATERPROOFING WORKS

Abstract: A gelling composition has been developed on the base of a liquid glass water solution meeting the chief requirements to the reagents used to restrict water inflow into the oil borehole cavity. It has been proved that the gels possess high physical and chemical properties: $F=325 \text{ kN/m}^2$, corrosion rate – $0,23\text{--}0,27 \text{ g/(m}^2\text{/h)}$, high elasticity, render no destroying effect on the cement stone when in the contact. Has shown that the gels from gel-forming composition possess high physical and mechanical properties as compared to the insulating material АКОР–БН102.

И.А. Левицкий, С.Е. Баранцева, Н.В. Мазура

УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь,
e-mail: keramika@bstu.unibel.by

ПОЛУЧЕНИЕ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ИЗНОСОСТОЙКИХ ГЛАЗУРНЫХ ПОКРЫТИЙ

Значительный объем в общем выпуске керамических плиток на ведущих предприятиях Республики Беларусь – ОАО «Керамин» и ОАО «Березастройматериалы» занимают износостойкие плитки для полов масштабного использования.

Целью настоящей работы являлось получение износостойких конкурентоспособных глазурных покрытий и снижение содержания фриттованной составляющей сырьевой композиции, как наиболее энергоемкой.

Фритта синтезирована в системе $R_2O\text{--}RO\text{--}Al_2O_3\text{--}B_2O_3\text{--}ZrO_2\text{--}SiO_2$, где R_2O – Na_2O и K_2O , а RO – CaO и MgO . Основными компонентами, применяемыми для варки фритт, являлись кварцевый песок, борная кислота, доломит, сода кальцинированная, поташ, цирконовый концентрат и технический глинозем. Варка фритты осуществлялась при температуре $1450\pm 20^\circ\text{C}$ со скоростью ее подъема 250°C/ч .

Значения ТКЛР фритты находились в интервале $(54,8-62,6) \cdot 10^{-7} \text{K}^{-1}$, микротвердость составляла 7300–7450 МПа, что свидетельствует о высокой износостойкости стекловидной составляющей и предполагало ее положительное влияние на этот показатель будущих полуфриттованных покрытий.

В состав сырьевых композиций для получения покрытий наряду с фриттой вводились кварцевый песок марки ВС–020, пегматит чупинский КПШМ 0,20–2, доломит марки А, волластонитовый концентрат ВП–25, технический глинозем ГК–2, оксид цинка и циркобит марки МО.

Полученные однократным обжигом при температуре $1160 \pm 10^\circ\text{C}$ в течение 43 ± 1 мин в условиях ОАО «Керамин» полуфриттованные глазури характеризовались матовой поверхностью бархатистой фактуры, хорошим разливом и отсутствием поверхностных дефектов в виде сколов, достаточно прочным сцеплением с керамической основой.

Блеск и белизна покрытий составляли 10–15 % и 83–89 % соответственно; ТКЛР синтезированных глазурей – $(67-72) \cdot 10^{-7} \text{K}^{-1}$.

К преимуществам синтезированных покрытий относятся отсутствие в сырьевых композициях компонентов первого класса опасности, использование веществ второго класса опасности в количествах не более 3 мас.%, снижение содержания цинковых белил и цирконсодержащего компонента (циркосила либо циркобита), а также сокращение расхода топливно-энергетических ресурсов за счет уменьшения количества фритты в сырьевых композициях глазурных покрытий.

PRODUCTION OF THE RESOURCES-ECONOMY WEAR-RESISTING GLAZES COATINGS

Abstract: The frit and raw composition for the wear-resisting resources-economy glazes coatings for flooring tile are developed. The glazes was received by single firing at the temperature $1160 \pm 10^\circ\text{C}$ and are characterized by necessary complex of physical and chemical properties. They have glitter of shine of 10–15 % and whiteness of 83–89 %.

В.И. Маруха, И.П. Гнып

Государственное предприятие инженерный центр «Техно-Ресурс», Украина,
e-mail: tehnore@mail.lviv.ua

ИНЪЕКЦИОННОЕ УПРОЧНЕНИЕ КАК РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА БЕТОННЫХ СООРУЖЕНИЙ С ТРЕЩИНАМИ

Эффективным способом реновации прочности и работоспособности поврежденных трещинообразными дефектами бетонных сооружений длительной эксплуатации является инъектирование в образовавшиеся полости под давлением полимерных, полимерцементных или других композиций. При ремонте открытым способом таких объектов, как, например, канализационные коллекторы и туннели метрополитена, расход энергетических и материальных ресурсов неизмеримо больший, чем при использовании технологии инъекционного упрочнения. Инерционные технологии используют для реновации работоспособности плотин, опор и пролётов мостов, высотных труб теплоэнергетических предприятий, объектов промышленного, жилого фонда и в ряде других случаев. Например, для сохранения исторических архитектурных памятников и памятников сакрального искусства инъекционные технологии бывают единственно возможными для реализации.

В работе рассмотрены вопросы обеспечения работоспособности конструкций и сооружений на основании критериев механики хрупкого разрушения, как науки об образовании и распространении трещин. Постулируется, что оценка несущей способности конструкций с трещинами, полости которых, заполнены полимерными композициями, следует проводить за результатами лабораторных испытаний образцов с искусственными дефектами, которые в максимальной степени отображают напряженное деформированное состояние в реальных изделиях.

Для исследования использовали бетонные образцы размерами 100×100×300 мм с концентраторами напряжений, которыми моделировали трещины различных размеров. Глубина концентраторов составляла 20, 40 и 70 мм, а ширина их раскрытия – от 0,5 мм до 4 мм. В качестве инъекционных материалов использовали двухкомпонентные полиуретановые композиции, в которые добавляли минеральные наполнители в различных пропорциях для увеличения значений механических свойств. Требования к полимерной композиции включали наличие высоких значений адгезии, больших, чем прочность бетона на разрыв, низкая пенистость при полимеризации (увеличение объема не больше 1,05 раза) и совместимость с минеральным наполнителем. Этим требованиям соответствовала полиуретановая композиция Bewedol-Bewedan фирмы Webak (Германия). В качестве упрочняющего минерального наполнителя использовали воластонит (игольчатый силикат кальция).

Испытывали бетонные образцы без дефектов, с пустотелыми и заполненными инъекционными материалами полостями трещинообразных дефектов. Испытания проводили на сосредоточенный изгиб с расположением нагружающего индентора в плоскости искусственной трещины.

Испытания показали, что путём правильного выбора полиуретанового связующего и минерального наполнителя можно добиться полного

восстановления прочности образцов с надрезами, заполненными инъекционными композициями, относительно сплошных образцов. Трещины, образующиеся в процессе разрушения образцов, огибает контуры трещинообразных дефектов по бетону на некотором расстоянии от плоскости раздела с полимером. Излом образцов происходит по телу бетона на 80–100 % площади сечения. На некоторых изломах имеются пятна от разрушения в плоскости контакта бетон-полиуретановая композиция. Интересно отметить, что образцы, склеенные из половинок разрушенных сплошных образцов, имеют прочность на изгиб на 7–15 % выше, чем исходные сплошные бетонные образцы.

Разработанная нами технология инъекционного упрочнения бетона использована для ремонта трёх канализационных коллекторов в центральной части и старых микрорайонов города Львова, туннелей Киевского метрополитена и других объектов коммунального хозяйства.

INJECTION STRENGTHENING – FOR CRACKED CONCRETE STRUCTURES REPAIR

Abstract: Problems of renovation of strength and carrying capacity of concrete structures with crack-like defects with the technologies of injection strengthening are considered. Well chosen polyurethane composition provides good correlation between the repaired zone of the defect and the structure itself. The high affectivity of the technology for injection strengthening is shown.

В.И. Маруха, Я.А. Середницький, М.П. Волошин

Государственное предприятие инженерный центр «Техно-Ресурс», Украина,
e-mail: tehnores@mail.lviv.ua

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭПОКСИДНЫХ, ЭПОКСИДНО- КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ И УРЕТАНОВЫХ ИНЪЕКЦИОННЫХ КОМПОЗИЦИЙ И ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ РЕМОНТА БЕТОНА

В процессах восстановления прочности и функциональных параметров бетонных и железобетонных строительных конструкций и сооружений с глубокими трещинами особо эффективным является применение способов инъекции (подачи под давлением) в дефекты способных к быстрому затвердеванию в бетоне и в контакте со стальной арматурой текущих

полимерных композиций. Экспериментально исследованы вязкость, жизнеспособность (сохранение текучести) и процессы структурирования (гелеобразование и затвердевание) эпоксидных, эпоксидно-кремнийорганических и уретановых двухкомпонентных инъекционных композиций. Показано, что целенаправленный подбор природы компонентов «А» и «Б» для всех материалов и применение низкомолекулярных модификаторов для эпоксидов существенно повышают технологические параметры инъекционных материалов.

Экспериментально установлено, что покрытия на основе структурированных полимеров на эпоксидной, эпоксидно-кремнийорганической и уретановой основе характеризуются высокой адгезией к поверхностям искусственных трещин в бетонных матрицах (разрыв происходит по бетону). Кроме этого, поверхность бетона со всеми типами покрытий обладает более высокой ударной прочностью. Сформированные после инъекционного заполнения концентраторов напряжения (трещин) твердые полимеры восстанавливают прочность модельных бетонных образцов, что подтверждают результаты их испытания при статических деформациях сжатия и изгиба. В большинстве случаев разрушение образцов при нагрузке происходит по бетону, рядом с зоной его пропитки поданными при инъекции жидкими двухкомпонентными композициями. В процессах структурирования жидкие композиции образуют в вершинах трещин и на их поверхностях более прочную, чем бетон, переходную укрепляющую бетонно-полимерную зону.

Эпоксидные, эпоксидно-кремнийорганические и уретановые ремонтно-восстановительные текущие инъекционные материалы находят практическое применение в строительной и других отраслях промышленности для ремонта повреждённых глубокими трещинами бетонных и железобетонных объектов, длительно эксплуатирующихся при коррозионно-механических нагрузках. К ним, в первую очередь, относятся гидротехнические сооружения, транспортные туннели, мосты и путепроводы, канализационные коллекторы, очистные сооружения, подземные фундаменты, стены и пр.

CHARACTERISTICS OF EPOXY, EPOXY-SILICONORGANIC AND URETHANE INJECTION COMPOSITIONS AND POLYMERS FOR REPAIR CONCRETE

Abstract: Characteristics of epoxy, epoxy-siliconorganic and urethane injection compositions have been investigated. Physico-mechanical parameters of polymers on their basis as well as adhesion and impact strength of coatings to concrete have been determined. The effect of injection filling of stress concentrators (cracks) in concrete specimens with polymers on the fracture stresses, strength of restored specimens and their deformation ability has been experimentally found.

А.К. Новиков, К.С. Матвеев, Т.С. Куксёнок

УО «Витебский государственный технологический университет», Беларусь,
e-mail: pikker@list.ru

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ЭКСТРУДЕР ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Экструзия композиционных материалов из отходов полимеров и кожевенных материалов один из наиболее эффективных путей переработки отходов обувных предприятий.

Специализированный экструдер для переработки композиций полимерных и кожевенных материалов должен иметь следующие особенности конструкции. Во-первых, на внутренней стороне материального цилиндра требуется наличие канавок вдоль направления движения материала для лучшего его перемещения. Во-вторых, требуется обеспечить герметичность подшипникового узла за счет использованием дополнительного комплекта манжет, т.к. подшипниковый узел работает в тяжёлых условиях и используется принудительная система смазки. В-третьих, конструкции стандартных экструдеров спроектированы с учетом длительной работы на расплавах со значительными межремонтными временными периодами. При работе экструдера с составами из различных полимерных и армирующих материалов требуется более регулярное обслуживание экструдера, заключающееся в разборке и ремонте экструдированного и подшипникового узлов. Поэтому, корпус и шнек экструдированного узла должны быть сборными конструкциями, что дает возможность легко заменить их изношенные части на новые. Отмеченные выше особенности позволяют сделать вывод об обоснованности разработки конструкции специализированного экструзионного оборудования для переработки вторичных наполненных полимеров, с учетом возможностей производства такого оборудования на механических участках большинства предприятий легкой промышленности, имеющих отходы полимерных материалов и желающих их перерабатывать в продукцию своего профиля.

THE SPECIALIZED EXTRUDER FOR RECEPTION

Abstract: Work is devoted design working out specialized an extruder for production of composite materials. Recommendations about a design of the basic knots of an extruder taking into account its possible manufacturing on mechanical sections of the shoe factories are yielded.

В.К. Ольховик, В.Е. Агабеков, Г.В. Калечиц

ГНУ «Институт химии новых материалов НАН Беларуси», Беларусь,
e-mail: slavol@ichnm.basnet.by

ДИМЕТИЛОВЫЙ ЭФИР 4,4'-БИФЕНИЛДИКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ – СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКТОВ РАЗЛИЧНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Проблема переработки и комплексного использования большого объема отходов многотоннажного производства диметилтерефталата (ДМТ) на ОАО «Могилевхимволокно» остается по-прежнему важной и весьма актуальной задачей. Состав отходов представляет собой сложную смесь различных побочных продуктов окисления пара-ксилола, содержащую метилбензоат, п-метилтолуилат, пара-карбметокси бензальдегид, диметилфталаты, изомерные метиловые эфиры ди- и трикарбонновых кислот бифенила, в том числе 4–8% диметилового эфира 4,4'-бифенилдикарбонновой кислоты. Одним из перспективных путей их переработки является извлечение индивидуальных соединений из этой сложной смеси, с целью дальнейшего использования в производстве практически полезных продуктов. Ранее, совместно с ОАО «Могилевхимволокно», была предложена эффективная технология выделения диметилового эфира 4,4'-бифенилдикарбонновой кислоты, который является сравнительно дешевым, удобным исходным сырьем для получения большого количества разнообразных органических соединений, представляющих интерес в качестве люминесцентных красителей, электроактивных материалов, модификаторов и добавок для полимерных материалов, биологически активных соединений.

На основе данного соединения были разработаны интенсивно люминесцирующие, высокостабильные красители, которые могут использоваться для окрашивания полимерных материалов, их оптического отбеливания, получения светостойких люминесцентных защитных типографских красок и др. Предложен широкий спектр электроактивных соединений для создания органических светоиспускающих диодов.

Разработаны модификаторы для получения полиэфирных и полиоксадиазольных полимеров с улучшенными физико-механическими характеристиками. Разработаны способы получения новых эффективных биоцидных препаратов, обладающих широким спектром антибактериальной активности.

8% диметилового эфира 4,4'-бифенилдикарбоновой кислоты. Одним из перспективных путей их переработки является извлечение индивидуальных соединений из этой сложной смеси, с целью дальнейшего использования в производстве практически полезных продуктов. Ранее, совместно с ОАО «Могилевхимволокно», была предложена эффективная технология выделения диметилового эфира 4,4'-бифенилдикарбоновой кислоты, который является сравнительно дешевым, удобным исходным сырьем для получения большого количества разнообразных органических соединений, представляющих интерес в качестве люминесцентных красителей, электроактивных материалов, модификаторов и добавок для полимерных материалов, биологически активных соединений.

На основе данного соединения были разработаны интенсивно люминесцирующие, высокостабильные красители, которые могут использоваться для окрашивания полимерных материалов, их оптического отбеливания, получения светостойких люминесцентных защитных типографских красок и др. Предложен широкий спектр электроактивных соединений для создания органических светоиспускающих диодов. Разработаны модификаторы для получения полиэфирных и полиоксадиазольных полимеров с улучшенными физико-механическими характеристиками. Разработаны способы получения новых эффективных биоцидных препаратов, обладающих широким спектром антибактериальной активности.

8% диметилового эфира 4,4'-бифенилдикарбоновой кислоты. Одним из перспективных путей их переработки является извлечение индивидуальных соединений из этой сложной смеси, с целью дальнейшего использования в производстве практически полезных продуктов. Ранее, совместно с ОАО «Могилевхимволокно», была предложена эффективная технология выделения диметилового эфира 4,4'-бифенилдикарбоновой кислоты, который является сравнительно дешевым, удобным исходным сырьем для получения большого количества разнообразных органических соединений, представляющих интерес в качестве люминесцентных красителей, электроактивных материалов, модификаторов и добавок для полимерных материалов, биологически активных соединений.

На основе данного соединения были разработаны интенсивно люминесцирующие, высокостабильные красители, которые могут использоваться для окрашивания полимерных материалов, их оптического

отбеливания, получения светостойких люминесцентных защитных типографских красок и др. Предложен широкий спектр электроактивных соединений для создания органических светоиспускающих диодов. Разработаны модификаторы для получения полиэфирных и полиоксадиазольных полимеров с улучшенными физико-механическими характеристиками. Разработаны способы получения новых эффективных биоцидных препаратов, обладающих широким спектром анимикробной активности.

DIMETHYL ESTER OF 4,4'-BIPHENYLDICARBOXYLIC ACID - RAW MATERIAL FOR MANUFACTURING OF PRODUCTS WITH DIVERSE FUNCTIONALITY

Abstract: Dimethyl ester of 4,4'-biphenyldicarboxylic acid can be easily separated from the DMT waste products and it is suitable and cheap starting material for manufacturing of products with diverse functionality. New high stable luminophores, dyes, electroactive materials, polymer modifiers and bactericides were synthesized on the base of this compound.

В.В. Опекунов, Б.М. Даценко

УО «Гродненский государственный университет имени Я.Купалы», Беларусь,
e-mail: kaf_stroimat@post.grsu.by

ПОРИСТО-ПУСТОТЕЛЫЕ КРУПНОРАЗМЕРНЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Практическое энергоэффективное строительство возможно при использовании материалов, обеспечивающих сопротивление теплопередаче (R_T) ограждающих конструкций $R_T \geq 3,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$. Компания «Слобожанская будивельная керамика» (СБК) завершила строительство нового завода по производству крупноразмерных керамических блоков СБК–Озера. Мощность технологической линии – 120 млн. шт. условного кирпича в год.

На предприятии установлено современное технологическое оборудование, поставленное фирмой СЕРИК, в состав которой входят ведущие европейские производители машин для кирпичной промышленности. Обслуживает производственную линию около 100 человек. Укладку отформованных изделий на сушильные вагонетки выполняют японские роботы. Отслеживает, производит регулировку и управляет технологическим процессом производства современная компьютерная техника.

Для удовлетворения любых пожеланий строителей, новая технологическая линия позволяет производить широкую номенклатуру

крупноразмерных керамических блоков от 2 нормальных форматов кирпича до 15. Высокое качество получаемой керамической продукции характеризуется не только параметрами внешнего вида, но и теплофизическими характеристиками, что обеспечивает монтаж наружных стен с заданным уровнем R_T .

В 2009 году компания СБК планирует изготовить 40 млн. шт. керамических крупноразмерных камней в условном исчислении.

POROUS HOLLOW-LARGE-CERAMIC PRODUCTS FOR POWER EFFICIENT CONSTRUCTION

Abstract: «Slobozhanska Budivelnа Keramica» company (SBK) had finished building of the new plant. This plant was built for the production of large-scale ceramic blocks CBK – Ozera. Power production line is 120 mln items per a year.

This new power production line gives us a good opportunity to produce wide range of large-scale ceramic blocks from 2 standard formats bricks to 15.

В.В. Опекунов, А.Н. Ободович

ПОРИСТЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Беларусь,
e-mail: kaf_stroimat@post.grsu.by

Решение ряда задач в области строительства связано с применением пористых композиционных материалов (ПКМ). Энергоэффективное строительство возможно при использовании материалов, обеспечивающих сопротивление теплопередаче (R_T) ограждающих конструкций $R_T \geq 3,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

Особое место среди ПКМ занимают пористые бетоны (бетоны с общей пористостью не менее 50 %). Эта часть бетонов имеет благоприятное соотношение между средней плотностью (ρ) и прочностью (R). Пористые бетоны классифицируют по уровню значений ρ (кг/м^3): конструкционные ($\rho > 800$); конструктивно-теплоизоляционные (КТИ; $500 \leq \rho \leq 800$); теплоизоляционные (ТИ; $\rho < 500$). К стенам и материалам предъявляется комплекс требований, которые изложены в нормативных документах.

Наиболее важными являются критерии: R , R_T , паропроницаемость, огнестойкость, эксплуатационная (W_o) и сорбционная (W_c) влажность, морозостойкость, усадка (U), теплопроводность (λ) и др.. Наибольшее практическое значение имеют газобетоны автоклавного твердения (ГАТ) и цементные перлитобетоны (ЦПБ). Особое место среди ТИ бетонов занимают

ЦПБ с $\rho \leq 300 \text{ кг/м}^3$, изготовленные с возможностью регулирования уровня W_c за счет гидрофобизации. Установлено, что ТИ перлитобетон по сравнению с ТИ ГАТ обладает улучшенными свойствами: уменьшенными λ , U , повышенными R и однородностью структуры.

С применением пористых бетонов можно разработать различные теплые стены и другие ограждающие конструкции (покрытия, плоские и криволинейные теплозащитные конструкции в энергетике и т.д.) с высокой теплотехнической однородностью. Создание однослойных теплых стен толщиной D с применением пористых бетонов при обеспечении рациональной толщины стен ($D \approx \lambda R_T < 600 \text{ мм}$) возможно при наличии качественных ГАТ с $\rho < 500 \text{ кг/м}^3$.

Для успешного решения задач в области массового энергоэффективного строительства производство изделий из пористых бетонов с $\rho \leq 500 \text{ кг/м}^3$ в ближайшие 10 лет следует удвоить.

POROUS COMPOSITION MATERIALS FOR ENERGY EFFICIENCY BUILDING

Abstract: Some aspects of resource saving problem in the process of construction of heated construction installations are considered in the paper, also heat transfer problem in porous concrete. Is paid attention to necessity of application with mass construction of habitation of products from pousse concrete, first of all – products from of cellular concrete and cement hydrophobisized beton of perlite.

О.А. Пликус, О.Н. Опанасенко, Н.П. Крутько, Т.А. Ткачева

ГНУ «Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси», Беларусь,
e-mail: zuborevao@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЭМУЛЬСИОННЫЕ БИТУМНО-ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ

В процессе эксплуатации бетонные конструкции подвергаются разрушающему действию воды и растворенных в ней агрессивных веществ. Для увеличения срока службы зданий и сооружений широко используются различные гидроизоляционные материалы. Усадочная и температурная деформация элементов сооружений может привести к возникновению трещин и разрывов в гидроизоляционном покрытии, в связи с чем, герметизирующий материал должен быть эластичным и достаточно гибким. Наиболее перспективным является применение гидроизоляционных материалов на основе полимер-модифицированных композиций. Традиционная «горячая» технология устройства защитного покрытия из битума требует предварительного разогрева материала до $150\text{--}160^\circ\text{C}$ или растворения его в

органических растворителях. В отличие от нее, «холодный» метод устройства гидроизоляции на основе битумно-латексных эмульсий имеет ряд преимуществ: более технологичен, отвечает современным требованиям по экологической безопасности, позволяет снизить энергетические и материальные затраты.

Нами разработан гидроизоляционный материал на основе анионных битумных эмульсий (ЭБА–Г), модифицированных латексами. Высокие эксплуатационные свойства такие материалы приобретают благодаря образованию упрочненной конденсационной структуры эластомера, равномерно распределенного в битуме, выделенного из эмульсии. Разработаны технические условия, проведены опытно-промышленные испытания ЭБА–Г, в результате которых установлено, что полимер-битумные композиции обладают гидроизоляционными характеристиками, превышающие требования, установленные в СТБ 1262–2001 «Мастики кровельные и гидроизоляционные. ТУ» для мастик битумно – полимерных эмульсионных: прочность сцепления с основанием – в 2,5–3 раза, относительное удлинение при растяжении – в 3,3-5 раз, теплостойкость – на 110°C, гибкость на брусе – на 3–5°C. Кроме того, материал обладает стойкостью к старению и увеличивает водонепроницаемость бетона с W4 до W10.

Разработана технология ускоренного формирования бесшовных покрытий на основе полимер–модифицированных битумных эмульсий под действием коагулирующих агентов, что позволяет существенно сократить время и трудовые затраты при устройстве гидроизоляции.

THE PERSPECTIVE EMULSIVE BITUMINOUS-POLYMERIC MATERIALS FOR DAMP COURSE

Abstract: The waterproofing material with high performance attributes based on latex modified anionic bituminous emulsions was developed. The rapid forming technology of seamless covering based on bituminous–latex emulsions by coagulative agents was developed.

И.Л. Поболь¹, П.В. Рудак²

¹НИЦ «Плазмотег» Физико-технического института НАН Беларуси,
e-mail: e-physics@tut.by

²УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь

УПРОЧНЯЮЩИЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

При проектировании и изготовлении деревообрабатывающего инструмента необходимо учитывать свойства обрабатываемого материала (дерева, ДСП, ДВП, МДФ и др.) и зачастую значительные размеры обрабатываемых частей. Увеличение применения композиционных материалов привело к использованию инструмента из твердых сплавов на основе WC-Co. Универсальность такого инструмента состоит в возможности формирования механических, термических и химических свойств путем изменения их фазового состава и размеров кристаллов, а также осаждения на них защитных покрытий.

Оптимизация состава и других параметров упрочняющих покрытий на режущем инструменте является комплексной задачей. Покрытие на деревообрабатывающем инструменте должно обладать высокими термической и коррозионной стойкостью, механическими свойствами, прочностью сцепления с основой, инертностью к обрабатываемому материалу и, в конечном счете, высокой износостойкостью в сложных условиях. Выбор покрытия зависит от типа обрабатываемого материала. Однако сухая и влажная древесина, ДСП, ДВП, МДФ оказались достаточно сложными материалами для выбора оптимальных составов покрытий на инструменте и повышения его стойкости.

В наших исследованиях изучается поведение инструмента с одно- и многослойными покрытиями, содержащими слои TiN, TiC, TiCN, TiCON, ZrN, ZrC, ZrCN, ZrO₂, CrC, Al₂O₃, HfO₂, алмазоподобного углерода и др. Для исследования стойкости и механизма изнашивания инструмента в качестве основы использовались пластинки с повышенной твердостью для обработки ламинированных ДСП и МДФ из твердого сплава WC-Co SMG 02 (2.5 %Co, WC размер зерна 0,5-0,8 мкм). Испытания с ламинированной плитой ДСП толщиной 18 мм (EN 14322) проводились на обрабатывающем центре с ЧПУ ROVER В 4.35. При обработке композиционных материалов имеет место абразивный и химический износ. Осаждение покрытий снижает вероятность формирования микровыкрашиваний на режущей кромке пластинки и повышает ее стойкость.

HARDENING COATINGS FOR WOOD-WORKING TOOLS

Abstract: Various variants of mono- and multilayer coatings deposited on wood-working tool have been tested including TiN, TiC, TiCN, TiCON, ZrN, ZrC, ZrCN, ZrO₂, CrC, Al₂O₃, HfO₂, DLC, etc. In order to investigate tool life and wear mechanism disposable cutting tool blades made from WC hard material SMG 02 were used as substrates. Both abrasive and chemical wear mechanisms are operative when processing wood composite materials. Deposition of coatings ensures smoothening of cracks that appeared on the tool surface on processing of resin-bonded chipboard as well as increase of wood-working tool life.

МОБИЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО КАК РЕЗЕРВ РЕСУРСОВ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Согласно концепции мобильной реорганизации действующего производства и создания нового производства осуществляется оценка технологического потенциала предприятия и возможности его развития. Оценка производится по ряду показателей, в том числе по степени сложности базового и новых изделий и технологий. При этом сопоставляются базовые изделия и технологии (ранее серийного выпускавшиеся и применявшиеся) и новые изделия и технологии (принимаемые к производству).

Рассматриваются возможные варианты такого сопоставления на основе математической статистики. Предложены методика и математическая модель для расчета показателя степени сложности изделий. Модель включает помимо параметров структурной сложности и новизны изделий также поправочные коэффициенты на материалоемкость, габаритные размеры и энергозатраты.

Получены зависимости, которые позволяют определить степень мобильности производства как функцию изменения степени сложности в сопоставлении с временными и финансовыми затратами.

На примере проектирования и изготовления технологической оснастки показана экономическая эффективность применения модульного принципа для ее построения, прежде всего за счет ресурсоэнергосбережения. Приведены результаты определения степени сложности и мобильности производства машиностроительных изделий, в том числе станков и инструментов.

MOBILE PRODUCTION AS A RESERVE FOR RESOURCE AND ENERGY SAVING IN MACHINE BUILDING

Abstract: Possibilities of resource and energy saving in machine-building on the basis of developing mobile production have been considered. The index of evaluating the degree of mobility in production as a function of products complexity degree, finance and time expenses, has been offered. The results of defining the degrees of complexity and mobility of tools and instruments production.

В.В. Савич, Л.П. Пилиневич

ГНУ «Институт порошковой металлургии», Беларусь,
e-mail: savich@pminstitute.by

ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЙ ЭФФЕКТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОРИСТЫХ АЭРАТОРОВ ИЗ ГУБЧАТОГО ПОРОШКА ТИТАНА

Насыщение жидкости газом путем ее аэрации через пористые проницаемые элементы из различных материалов – эффективный метод интенсификации массообменных процессов в химических технологиях, процессах биохимической очистки сточных вод, тонкой очистки и обеззараживания сточной и питьевой воды, технической воды производств высоких технологий. Важным фактором, определяющим технико-экономические параметры данного метода, является, в первую очередь, размеры и скорость генерирования пузырьков газа в жидкости, а также количество и стоимость собственно аэраторов на единицу объема сооружения (жидкости в нем). Немаловажным фактором является также количество нагнетаемого газа и его удельный расход, а также, безусловно, межремонтный ресурс и общий срок службы аэраторов.

Целью данной работы является оценка и обобщение опыта эксплуатации пористых аэраторов двух типов – трубчатых и дисковых, разработанных в Институте порошковой металлургии, выпускаемых серийно уже более 20 лет и установленных на десятках сооружений и установок Беларуси, России, Казахстана, Украины, определение их технико-экономических характеристик в сравнении с аэраторами иных типов из других пористых материалов, в первую очередь – энерго- и ресурсосберегающего эффекта от их использования.

Опыт эксплуатации показал, что ресурс титановых пористых аэраторов в сточных водах составляет не менее 20 лет, а в камере озонирования предприятия речного водозабора ПО «Минскводоканал» превысил 16 лет, причем значительная часть заиленных и кольматированных пористых элементов была восстановлена регенерацией слабым раствором соляной кислоты. Высокий ресурс данного типа пористых аэраторов связан со слабым бактерицидным и подавляющим развитие на поверхности микрофлоры эффектом титана. При этом керамические пористые трубы германского производства, установленные там изначально по проекту, менялись каждые 2-3 года полностью. Таким образом, не смотря на то, что цена дискового аэратора диаметром 250 мм в сборе составляет 70 дол. США, а трубчатого (Ø120x600 мм) – 105 дол. США, за счет их заметно большего срока службы по сравнению с широко распространенными полимерными трубчатыми аэраторами (Ø67x750 мм), стоимость которых меньше (около 7–9 дол. США), но меньше и срок службы – в среднем – 3–5 лет, за счет увеличения в несколько раз межремонтных периодов в целом достигается значительный ресурсосберегающий и экологический эффект. Кроме того, для обеспечения необходимого количества нагнетаемого газа на один аэротенк количество

полимерных трубчатых аэраторов должно быть не менее чем в 5 раз больше, чем аналогичных титановых, что связано, по-видимому, с меньшей площадью поверхности полимерных труб.

Помимо вышеизложенного, за счет оптимизации параметров пористой структуры, обеспечения за счет губчатой формы частиц дополнительной диспергации и уменьшения размеров генерируемых порами пузырьков, стало возможным уменьшить подачу газа в воду и снизить потребляемую мощность воздухоподводки. В частности, только на ПО «Минскводоканал» использование пористых аэраторов из губчатого порошка титана уменьшить на 14–17% дозу озона и подачу озono-воздушной смеси при сохранении параметров очистки питьевой воды, уменьшить почти на 40% среднюю потребляемую воздухоподводками мощность, сберечь за время эксплуатации с 1987 года значительное количество энергоресурсов.

ENERGY UP AND RESOURCES UP SAVING EFFECT AT USE OF POROUS AERATORS FROM THE SPONGY TITAN POWDER

Abstract: Operating experience has shown, that the resource titanic porous aerators in sewage makes not less than 20 years, and in the chamber of ozonization of the enterprise of a river water-fence PA «Minskwater» has exceeded 16 years, and the significant part porous elements has been restored by regeneration by a weak solution of a hydrochloric acid. The high resource of the given type porous aerators is connected with weak bactericidal and overwhelming development on a surface of microflora effect of the titan. Besides the above-stated, due to optimization of parameters of porous structure, maintenance due to the spongy form of particles additional dispergation and reduction of the sizes of bubbles generated by pores, began possible to reduce submission of gas in water and to lower power consumption of compressor. In particular, only on PO «Minskwater» use porous aerators from a spongy titan powder to reduce by 14–17 % a doze of ozone and submission of a ozone-air mix at preservation of parameters of clearing of potable water, to reduce almost by 40 % average consumed of compressor capacity, to save up during operation since 1987 a significant amount of power resources.

С.А. Старовойтов¹, А.И. Свириденко²

¹УО «Гродненский государственный университет им. Янки Купалы», Беларусь,
e-mail: sergestar@tut.by

²ГНУ «Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения НАН
Беларуси», Беларусь

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ СПОРТИВНОЙ ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ СТЕЛКИ

Стремление к наивысшим спортивным достижениям приводит к увеличению травматизма спортсменов. Так во время Пекинской олимпиады до 40 % спортивных травм пришлось на стопы и голеностопы. Применение специальных жестких и полужестких стелек в спортивной обуви позволяет повысить результаты в легкой атлетике, волейболе, теннисе, лыжных гонках и др. видах спорта и в то же время снизить травматизм стопы и прилегающих к ней элементов опорно-двигательного аппарата. Лучшие результаты достигаются при использовании стелек, изготовленных для спортсменов индивидуально на основе специального биомеханического обследования.

Авторы исследуют задачу о подборе материала и основных геометрических параметров элемента спортивной стельки, воспринимающего нагрузку. По результатам биомеханического исследования строится математическая модель несущей части стельки и рассчитывается ее напряженно-деформированное состояние. Расчетная схема максимально приближена к естественному профилю подошвы стопы с учетом веса и размера ноги спортсмена. Таким образом, в процессе изготовления спортивных стелек становится возможным исключить необходимость использования гипсовых слепков и учесть индивидуальные характеристики для каждого спортсмена. На основе построенной модели разработано программное обеспечение. В работе приводятся результаты расчета различных вариантов упругого элемента, его численной и экспериментальной оценки, показаны примеры конструирования несущих элементов спортивных стелек.

SELECTION OF PARAMETERS OF A SPORTING ORTHOPEDIC INSOLE

Abstract. Creation of mechanical-mathematical model of strain supporting part of inner sole deformations, methods of applied problems solutions, obtaining of analytical solutions and numeric analysis.

¹В. Тарасюк, ¹Б. Крунич, ²В. Барсуков

Белостокский политехнический университет, Польша

²УО «Гродненский государственный университет им. Янки Купалы»

ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ФОРМ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА

Современные строительные материалы должны соответствовать все более строгим строительным нормам. Одним из видов таких изделий являются

силикатные (известково–песчаные) кирпичи. Благодаря своим свойствам (большая прочность, акустическое сопротивление), а также низкой стоимости производства, они находят широкое применение в строительстве. Формование кирпича происходит путем прессования известково-песчаной смеси в формах, имеющих съемные боковые стенки, которые называются формообразующими плитами. Во время уплотнения известково–песчаной смеси происходит ее перемещение, неравномерное по высоте формы. Процесс уплотнения сопровождается увеличением давления смеси на боковые стенки, а это в условиях движения вызывает появление силы трения, зависящей от силы нормального давления на формообразующие плиты. Следствием процесса трения является неравномерное изнашивание формообразующих плит. Зона износа заполняется формуемым материалом с образованием напусков, которые срезаются во время выталкивания изделия из формы, ухудшая качество поверхности. При определенной величине износа плит формы изделия становятся некондиционными.

Следы износа на плитах могут указывать на неравномерное уплотнение известково-песчаной смеси, проявляющееся в виде неравномерной плотности изделия и, вследствие этого, неравномерного водопоглощения.

Для изучения особенностей используемой технологии уплотнения выполнены исследования:

- измерение водопоглощения образцов, вырезанных по высоте кирпича,
- измерение плотности образцов, вырезанных по высоте кирпича.

Полученные результаты позволяют утверждать, что образцы, вырезанные из слоя, наиболее удаленного от поршня в момент прессования, имеют водопоглощение приблизительно на 12,5% больше, чем образцы, вырезанные из нижнего слоя (находящегося вблизи поршня). Плотность образцов, вырезанных из слоя с наименьшим водопоглощением, приблизительно на 10,5% больше плотности в верхних слоях кирпича.

Повреждения в плитах формы проявляются локально, в определенных местах. Для определения вида повреждений поверхности плит были подвергнуты исследования с помощью оптического и сканирующего микроскопов. Обнаружены характерные признаки, которые указывают на абразивный характер повреждений. Доминирующими являются два механизма – микрорезание и микрорастрескивание. Микрорезание вызывается зернами песка, имеющими острые края. Микрорастрескивание происходит в условиях растяжения верхнего слоя в задней части следа контакта зерна уплотняемой смеси с плитой. Кроме того, наблюдаются пластические деформации верхнего слоя.

THE LIME-SAND BRICK MOULD EXPLOITATION PROBLEM

Abstract: In the paper was shown the exploitation problem of the mould used in the lime-sand brick production process. Uneven distribution of the material loses was caused by the friction forces created during the movements of the lime-sand mixture and high pressures on the mould walls. During the formation of the product there was also uneven distribution of pressing forces affecting each element. This caused the heterogeneous density proved by the density and water absorption examinations. Mould plates were damaged most in the highest density of product areas. Based on micrography, the mechanism of plate wear was described. During the process of material loss, processes of furrowing and micro-cutting dominated.

Л.С. Цыбульская, Т.В. Гаевская

Учреждение Белорусского государственного университета «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем», Беларусь,
e-mail: Gaevskaya@bsu.by

МНОГОСЛОЙНЫЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ И СПЛАВА НИКЕЛЬ-БОР ВМЕСТО ХРОМОВЫХ ПОКРЫТИЙ

Гальванические хромовые покрытия, характеризующиеся повышенной твердостью и износостойкостью по сравнению с другими гальваническими покрытиями, широко используются при изготовлении различного рода изделий машиностроения, станкостроения, приборостроения. Однако электрохимический процесс хромирования изделий сопряжен с высокой токсичностью используемых растворов (Cr(VI) , сильно кислая среда), непроизводительным расходом электроэнергии (высокая температура проведения процесса – 60°C и выше, низкий выход металла по току – не более 20 %), а также с большими затратами, необходимыми для очистки стоков. Для замены процесса хромирования нами была разработана принципиальная схема и оптимизированы условия нанесения многослойного гальванического покрытия на основе никеля и сплава никель–бор с различным содержанием в нем неметаллического компонента на стальную поверхность, а также условия его термообработки. Исследовано структурное состояние, физико–механические свойства и структурно–фазовые превращения получаемого покрытия при термообработке. Установлено, что при содержании бора в покрытии ≤ 8 ат. % оно представляет собой твердый раствор внедрено–замещенного типа бора в матричной фазе ГЦК–никеля. Оптимальными триботехническими свойствами обладают покрытия Ni–B, включающие 6–7,5

ат.% бора: их удельный износ в условиях сухого трения составляет $0,4-0,5 \cdot 10^{-2}$ мг/м, твердость достигает 7600–8600 МПа. При термообработке покрытий их удельный износ уменьшается до $0,3-0,4 \cdot 10^{-2}$ мг/м, твердость возрастает до 9600–11200 МПа, и указанные параметры соответствуют твердому хрому. Преимуществом предлагаемых нами электролитов никелирования перед используемыми электролитами хромирования является снижение температуры проведения процесса до 30–40 °С, увеличение выхода металла по току до 90–95 %, снижение энерго- и трудозатрат при переработке стоков. Опытные образцы с трехслойным гальваническим покрытием на основе никеля и сплава никель–бор прошли испытания на металлургическом предприятии POSCO (Южная Корея).

MULTYLAERS ELECTROPLATE NICKEL AND NICKEL–BORON ALLOY COATINGS INSTEAD OF CHROMIUM

Abstract: Basic procedure of an electroplated three-layer nickel and nickel–boron alloy coating instead of chromium has been developed. The conditions of electroplating and thermotreatment have been optimized. It was shown that coatings based on Ni–B with 6,0–7,5 at.% of boron content heated at 300 °C in an hour possess the least specific abrasion testing in the conditions of dry friction ($0,3-0,4 \cdot 10^{-2}$ mg/m) and the maximum hardness (9600–11200 MPa).

П.А. Чубис, Н.В. Черная, Г.Г. Эмелло

УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь,
e-mail: pavelchubis@mail.ru

УДЕРЖАНИЕ НАПОЛНИТЕЛЯ В СТРУКТУРЕ БУМАГИ В УСЛОВИЯХ ГЕТЕРОАДАГУЛЯЦИИ КОМПОНЕНТОВ БУМАЖНОЙ МАССЫ

Введение наполнителя в композицию бумажной массы и обеспечение его удержания в структуре бумаги является необходимым условием в технологии производства высокосольных видов бумаги, к качеству которых предъявляются высокие требования по таким показателям, как зольность, гладкость, непрозрачность, белизна и лоск. Кроме того, наполнение способствует экономии дорогостоящего целлюлозного волокна за счет его частичной замены. Поэтому актуальным является решение проблемы повышения удержания наполнителя в структуре бумаги, что, в свою очередь, способствует не только приданию ей требуемого комплекса свойств, но и снижению загрязненности оборотных и сточных вод частицами наполнителя.

Цель работы – повышение удержания наполнителя в структуре бумаги

за счет обеспечения условий гетероадагуляции его частиц на целлюлозных волокнах.

Механизм процесса наполнения трудно понять без установления коллоидно-химических взаимодействий, протекающих в дисперсной системе. Широкое признание для объяснения поведения частиц в дисперсных системах получила теория устойчивости и коагуляции Дерягина–Ландау–Фервея–Овербека (ДЛФО), учитывающая электростатическую составляющую расклинивающего давления и его молекулярную составляющую. Информация о заряде частиц наполнителя была получена на основании изучения зависимости потенциала течения гидродисперсии наполнителя в присутствии электролита. Потенциал течения определяли на анализаторе заряда частиц CAS (Charge Analyzing System) фирмы AFG Analytic (Германия). Полученные результаты были использованы для объяснения механизма процесса наполнения и обеспечения наилучших условий наполнения бумаги при смещении нежелательного процесса гомокоагуляции, который может предшествовать процессу адгезии частиц наполнителя на целлюлозных волокнах, в сторону процесса гетероадагуляции.

Образцы бумаги были получены на листоотливном аппарате марки «Rapid – Ketten» фирмы «Ernst Naage» (Германия). Качество образцов бумаги определяли на приборах фирмы «Lorentzen & Wettre» (Швеция) по основным физико–химическим показателям. Установлено, что повышение удержания наполнителя обеспечивается проведением процесса наполнения в условиях гетероадагуляции.

FILLER RETENTION IN THE PAPER STRUCTURE UNDER HETEROADAGULATION CONDITIONS OF PAPER STOCK COMPONENTS

Abstract: Filler insertion into a paper stock composition and ensuring the conditions for high filler retention in the paper structure are necessary requirement for highly loaded paper production. Paper filling promotes the economy of expensive cellulose fibre from the partial replacement of one. The aim of this work is to increase the filler retention in the paper structure due to developing the conditions of filler particles heteroadagulation on the cellulose fibers. The information on current potential of mineral filler hydro dispersion in the electrolyte presence was got on the Charge Analyzing System (CAS) device.

Е.П. Шишаков, М.О. Шевчук

УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь,
e-mail: ddtpisticid@mail.ru

НОВЫЕ ВИДЫ СВЯЗУЮЩИХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОСТОЙКОЙ ФАНЕРЫ

Древесностружечные, древесноволокнистые плиты и фанера находят широкое применение при производстве мебели, строительстве жилья, автомобилей, вагонов и др. отраслях. В качестве связующих для изготовления плит и фанеры широко используются карбамидформальдегидные смолы (КФС) различных марок. Карбамидные смолы имеют относительно невысокую стоимость и хорошие санитарно-гигиенические показатели. Древесные материалы, полученные с использованием карбамидных смол, имеют невысокую токсичность и в ряде случаев удовлетворяют классу Е 2, Е 1 и Е 0. В тоже время, водостойкость таких плит и фанеры низкая, что значительно ограничивает их применение. Водостойкие материалы можно получить при использовании фенолформальдегидных и меламинформальдегидных смол. Однако, производство фенолформальдегидных смол характеризуется крайне неблагоприятной экологической ситуацией и по этой причине ранее действующие цеха по производству этих смол в большинстве случаев закрыты.

Авторами проведены работы по модификации КФС фурфуроловым спиртом (ФС), дианом или их смесью для получения водостойких связующих. Модификацию смол проводили как путем добавления модифицирующих добавок в промышленные образцы смол, так и синтезом из исходных компонентов.

Полученные смолы: карбамидофурановые (КФ), карбамидодиановые (КД) и карбамидодианфурановые (КДФ) – содержали 68–82% сухих веществ, 0,05–0,10% свободного формальдегида, 0,3–3,5% ФС. Условная вязкость смол на момент их изготовления составляла 80 – 120 с, рН колебался от 6,8 до 9,4, фенол в смолах отсутствовал.

С использованием указанных смол была изготовлена трехслойная фанера из березового шпона. Расход смолы составлял 140 г/м², температура плит пресса 145° С, время прессования 2,5 мин, время снятия давления – 1 мин. Предел прочности при скалывании у полученных образцов фанеры составил 2,4–3,0 МПа. После вымачивания в холодной воде в течение 24 ч у фанеры изготовленной с использованием смол КФ и КДФ прочность не изменилась, у смолы КД снизилась на 11% (с 2,7 до 2,4 МПа). После кипячения в течение 1 часа прочность фанеры изготовленной с использованием смол КФ, КД и КДФ снизилась и составила 2,1; 1,7 и 2,0 МПа соответственно, что составляет 70, 63 и 72% от первоначальной. В аналогичных условиях фанера, изготовленная с использованием карбамидных смол, полностью расклеилась. Использование новых видов смол позволяет получить фанеру повышенной водостойкости.

NEW TYPE OF BINDING AGENT FOR THE PRODUCTION WATER RESISTANCE VENEER

Abstract: The veneer got with use urea resins, has low toxicity, but low water resistance that vastly limits its using. Organized work on modification urea-formaldehyde resins furfuryl alcohol, dian or their mixture for reception, water resistance connecting for woodworking industry. The modification of the resins conducted as by accompaniments modifying additives in industrial samples of the resins, so and syntheses from source component. The got resins contained 68–82% dry material, 0,05%–0,10% free formaldehyde, 0,3–3,5% furfuryl alcohol, phenols in resin was absent, pH resins varied from 6,8 before 9,4. Measured on rayon–metre VZ 246 conditional viscosity of the resins at the time of their fabrications formed 30–80 s. Use new type resins allows to get the veneer raised water resistance.

В.М. Яркович

УО «Белорусский национальный технический университет», Беларусь

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ СВАРОЧНОЙ ПРОВОЛОКИ И КАЧЕСТВА СВАРКИ

В машиностроении при сварке металлических конструкций значимой проблемой является подготовка поверхностей свариваемых деталей и сварочной проволоки. От качества подготовленных поверхностей во многом зависит и качество сварных конструкций, что особо проявляется при эксплуатации этих конструкций в жестких условиях – при низких температурах, в условиях вибрации, при воздействии агрессивных сред.

Возникновение дефектов в сварном шве обусловлено переносом в сварочную ванну окислов и иных загрязнений, находящихся на поверхностях проволоки и на свариваемых поверхностях.

Разработанный новый способ очистки поверхностей включают магнитно-абразивную зачистку поверхности и очистку жидкостями для удаления продуктов резания и повторного загрязнения, а также удаления органических загрязнений (Пат. России N 2040347).

Производительность процесса магнитно-абразивной зачистки и последовательной очистки проволоки оценивалась по показателям: скорость съема V_q , размерный съем H и микрогеометрия обработанной поверхности R_a . Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Показатели процесса	Виды используемых магнитно-абразивных порошков		
	Дробь ДЧК	Колотая дробь высоко-легированных чугунов	Дробь УДЧ 1

Vq, мг/см ² мин	12.2–14.1	16.8–17.6	16.2–16.5
H, мкм	2–3	2–4	1–3
Ra, мкм	0.2–0.3	0.26–0.32	0.15–0.19

Как установлено, наиболее производителен процесс мойки при двухступенчатом процессе: разогрев поверхности проволоки паром, и последующий обдув поверхности паром.

Достижимая остаточная загрязненность проволоки, обработанной МАЗ и очищенной паром составляет около 50 мг/м².

Данная очистка применена для проволоки, предназначенной для производства герконов. Результаты показали существенный рост качества сварки соединения стекла и проволоки по основному показателю – наличия/отсутствия пузырей в стекле на поверхности проволоки.

Проведенные исследования показали, что предложенный способ очистки сварочной проволоки позволяет повысить качество сварного шва, обеспечив улучшение механических прочностных показателей.

PROBE OF PURIFICATION PROCESSES WELDING WIRE AND QUALITY OF THE WELDMENT

Abstract: The offered way of clearing of an electrode wire allows to improve the quality a weld, having supplied {ensured} improvement of mechanic strength parameters.

ПЕРЕРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ

С.В. Бровко, В.В. Пятов

УО «Витебский государственный технологический университет», Беларусь,
e-mail: screw_bsv@mail.ru

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ МЕТОДОМ ЭКСТРУЗИИ

На сегодняшний день на большинстве предприятий возникает проблема с ростом отходов производства. В особенности это касается предприятий легкой промышленности – галантерейных, обувных, швейных. Поскольку всё чаще отходами таких предприятий являются полимерные материалы или материалы с полимерными пропитками и покрытиями, то вывозить их на полигон для захоронения недопустимо, либо ограничено.

В УО ВГТУ разработана технология переработки пенополистирольных плит, которые в больших объёмах скапливающиеся на РУПП Витязь, и отходов кожгалантерейного производства. Данный способ переработки заключается в получении полосы композиционного материала, где основным связующим компонентом является вторичный полимер – полистирол, а всё остальное выполняет функцию наполнителя.

Предлагаемая технология состоит из нескольких этапов. Первый этап – подготовка сырья. На данной стадии из пенополистирольных плит получают гранулят путем их термической усадки с последующим измельчением на дробилке роторно–ножевого типа. Измельчению подвергают также и кожгалантерейные отходы. После этого подготовленные компоненты смешиваются в определенной пропорции.

Далее готовая смесь загружается в бункер экструдера. При помощи червяка материал захватывается и, перемещаясь вдоль обогреваемого цилиндра, переходит в вязкотекучее состояние, при этом он дополнительно гомогенизируется, частично происходит измельчение наполнителя и затем выдавливается через матрицу на валки прокатного механизма. На них происходит конечное формообразование и охлаждение получаемого композиционного материала.

Полученный полуфабрикат представляет собой полосу композиционного материала, состав и свойства которого позволяет заменить кожкартон, который

в настоящее время достаточно широко используется в изготовлении основных стелек в обувном производстве.

DEVELOPMENT OF RECYCLING THE POLYMER-CONTAINING WASTE BY THE EXTRUDE METHOD

Abstract: Recycling of production wastes is the basic problem for the light industry factories. The developed production engineering is intended for recycling the polymer-containing waste of packaging and the leather accessories waste. Outcome is the composite material, which one can be used in the shoe industry.

Е.А. Егорова, К.С. Матвеев, Г.Н. Солтовец

УО «Витебский государственный технологический университет», Беларусь

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ОБУВНОГО ПРОИЗВОДСТВА В КАЧЕСТВЕ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОСНОВНЫХ СТЕЛЕК

Стелька наряду с подошвой является основным конструктивным элементом низа обуви, а ее роль в придании обуви таких свойств, как прочность, жесткость и устойчивость формы может даже превышать роль подошвы. Стелька придает конструкции обуви высокую прочность и изностоустойчивость в разнообразных условиях носки, устойчивость к механическим и атмосферным воздействиям. Обеспечение прочности крепления является главной, но не единственной задачей стельки, как в период пошива обуви, так и во время ее эксплуатации.

Разрушение обуви является основной причиной сокращения срока ее носки. Одной из часто встречаемых причин сокращения срока носки обуви является повреждение стельки, что связано зачастую с воздействием пота. Следует отметить, что обувь с вышедшей из строя стелькой ремонту уже не подлежит. Поэтому материалы, рекомендуемые в качестве стельки должны быть еще и устойчивы к воздействию пота.

Для изготовления стелек в обувной промышленности все чаще применяются специальные картоны, получаемые из кожевенных и растительных, и, прежде всего целлюлозных, волокон. Однако основные стельки из картонов имеют ряд недостатков, связанных со снижением прочности и разрушением после воздействия пота.

Основными поставщиками стелечных картонов на отечественные обувные предприятия являются Россия, Франция, Япония. Поэтому одним из

путей импортозамещения в обувной промышленности является разработка отечественного стельчного материала, удовлетворяющего необходимым требованиям и невысокой стоимостью за счет экономии качественного сырья в результате использования отходов производства.

В УО «Витебский государственный технологический университет» разработана технология получения композиционных материалов на основе отходов обувного производства, которая включает измельчение отходов (искусственных кож, пенополиуретанов, картонов), последующую экструзию измельченных отходов и прокатку полимерной полосы с трикотажным полотном. Слой материала, имеющий трикотажное покрытие в процессе производства обуви будет находиться с неходовой стороны. Для повышения гигиенических свойств обуви с основной стелькой из композиционных материалов рекомендуется применять вкладную стельку из материалов с высокой влагоемкостью и низкой теплопроводностью.

RESEARCH OF POSSIBILITY OF APPLICATION OF COMPOSITE MATERIALS ON THE BASIS OF THE WASTE OF SHOE MANUFACTURE AS MATERIALS FOR THE BASIC INSOLES

Abstrakt: On the developed technology composite materials on the basis of a waste of shoe manufacture which are recommended for manufacturing of the basic insoles are received.

Л.С. Ещенко¹, В.А. Салоников¹, Д. Будилевскис²

¹УО«Белорусский государственный технологический университет», Беларусь,
e-mail: root@bstu.unibel.by

²Вильнюсский технический университет им. Гедиминиса, Литва

ПОЛУЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГАЛЬВАНОШЛАМОВ

Гальванические шламы с высоким содержанием железа представляют собой перспективное сырье для получения различных технических материалов: керамзита, кирпича, железосодержащих пигментов. В данной работе объектом исследования явился шлам РУП «МТЗ», образующийся при очистке сточных вод с помощью ферроферригидрозоля. Показано, что шлам после сушки содержит

45–55 % Fe_2O_3 , 12–18 % ZnO и до 6 % Cr_2O_3 . Основной технологической стадией получения указанных технических материалов является термообработка, которой подвергаются и гальваношламы. При термообработке шламов образуются растворимые хроматы, максимальное содержание которых обнаруживается при 400°C и может составлять 1,0–1,5%. Для предотвращения окисления Cr(III) в Cr(VI) и уменьшения содержания водорастворимых

веществ шламы модифицировали ортофосфорной кислотой. Как показали результаты, оптимальное молярное соотношение P_2O_5 : Cr_2O_3 в шламе должно быть не менее 2,5–3,0. При таком соотношении в шламах, термообработанных при 800–900°C, растворимые хроматы практически отсутствуют, а общее содержание водорастворимых веществ не превышает 0,05%.

На основании проведенных исследований разработана технологическая схема, технологический регламент и технические условия на производство на основе шламов технического продукта «Ферригидроксид» – флюсующей добавки для получения керамических строительных материалов, в частности, керамзита и кирпича. Технологическая схема получения «Ферригидроксида» отличается простотой и, как показал опыт ее внедрения на РУП «МТЗ», может быть в короткий срок реализована на основе существующих отделений очистки сточных вод гальванических производств методом гетерокоагуляции. Технический продукт «Ферригидроксид» также является перспективным сырьем для получения железосодержащих пигментных материалов. На основании полученного в промышленных условиях продукта были наработаны опытные партии пигментов коричневого, коричнево-красного и красно–коричневого цветов. Установлено, что обработка «Ферригидроксида» в интервале температур 700–800°C приводит к образованию продукта, характеризующегося наличием высокой кроющей и красящей способностями, низким содержанием водорастворимых веществ.

RECEPTION OF TECHNICAL MATERIALS ON THE BASIS OF MODIFIED HALVANIC WASTES

Abstract: In work reception of technical materials is investigated: additives, pigments from halvanic wastes. Modifying process of wastes is studied by phosphoric acid which prevents process of oxidation of connections of chrome. On the basis of results of researches technological process of reception the additive and ferriferous pigments is developed.

И.М. Жарский, С.Е. Орехова, И.И. Курило

УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь,
e-mail: september@tut.by

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫДЕЛЕНИЯ V_2O_5 ИЗ ОТРАБОТАННЫХ ВАНАДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ СЕРНОКИСЛОТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В настоящее время промышленное потребление ванадия в мире достигает около 50 тыс.тон в год. В Республике Беларусь ванадийсодержащие руды отсутствуют и поэтому экономически целесообразным является использование вторичных ресурсов, в частности, отработанных ванадиевых

катализаторов (ОВК) серноокислотного производства. Анализ элементного состава ОВК типа сульфованадата на силикагеле, используемого на ОАО «Гродно Азот», показал, что содержание в них ванадия в десятки раз превосходит его количество в традиционном рудном сырье – титаномагнетитовых рудах. Отсутствие в республике производств, занимающихся переработкой ОВК, долгосрочное хранение ОВК при высокой токсичности ванадия и его соединений обуславливают необходимость разработки высокоэффективных ресурсосберегающих технологий утилизации и выделения ванадийсодержащих компонентов из дезактивированных ванадиевых катализаторов.

Проведенные в этом направлении исследования показали целесообразность выделения V_2O_5 (до 98 масс.%) из ОВК гидрометаллургическим способом, включающим стадии измельчения ОВК, поэтапного выщелачивания, термогидролитического осаждения. С целью интенсификации стадий предлагаемого способа, включающих окислительно-восстановительные процессы, были проведены электрохимические исследования модельных кислых электролитов, содержащих соединения ванадия в различных степенях окисления, а также электролитов первичного и восстановительного выщелачивания ОВК. Методами хроновольтамперометрии, стационарной вольтамперометрии, вращающегося дискового электрода изучены кинетические и термодинамические характеристики процессов, протекающих на платиновом, графитовом и модифицированном диоксидсвинцовом электродах в изучаемых электролитах. На основании полученных экспериментальных данных установлена зависимость между скоростью развертки потенциала и величиной пика анодного тока, рассчитаны значения коэффициентов b уравнения Тафеля, величины эффективной энергии активации анодных и катодных процессов и сделан вывод о природе лимитирующих факторов (кинетический, диффузионный или смешанный контроль) и обратимости электродных процессов.

Проведенные исследования показали, что использование электрохимического метода позволяет оптимизировать процесс утилизации и переработки ОВК на стадии проведения восстановительного выщелачивания, а также анодного выделения ванадийсодержащих компонентов из растворов выщелачивания.

ELECTROCHEMICAL STUDY OF RECUPERATION OF V_2O_5 FROM THE WORKED-OUT VANADIC CATALYSTS OF THE SULFURIC ACID PRODUCTION

Abstract: In the Republic of Belarus regeneration and recycling of the worked-out vanadic catalysts (WVC), used in the production of sulfuric acid at a number of enterprises is not made. High cost and ecological danger of their basic components cause the necessity of the development of highly effective technologies of their processing. Using a number of electrochemical techniques studied the thermodynamic and kinetic characteristics of oxidation-reduction processes in acidic electrolyte containing vanadium compounds in different oxidation states are studied. The data obtained showed the feasibility of using electrochemical method in the development of technology of regeneration and recycling of the WVC.

Е.Н. Жданук, Т.А. Жарская, Э.Т. Крутько

УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь, e-mail: lena-zhdanuk@yandex.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДА ПРОИЗВОДСТВА ОПТИЧЕСКИХ СТЕКОЛ В ЛАКОКРАСОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Среди большого разнообразия нанокomпозиционных материалов особое место занимают композиты на основе полимерных матриц, в состав которых введены неорганические частицы. Однако в материаловедении в настоящее время не существует единых подходов к созданию полимерных нанокomпозитов, в том числе и в лакокрасочных системах. В этой связи настоящее исследование посвящено физико-химическим, материаловедческим и технологическим аспектам получения лакокрасочных пленкообразующих композитов.

В качестве объектов исследования были выбраны полуфабрикатный лак МЛ–0136, эмаль МЛ–12 черная – лакокрасочные материалы горячей сушки, предназначенные для окраски металлических поверхностей сельскохозяйственной техники и автотранспорта, производимые ОАО «Лакокраска», и неорганические частицы «Полирита» – отхода шлифовально–полировального производства при изготовлении оптических стекол для микроэлектроники Рогачевского завода «Диапроектор».

В результате исследований установлены закономерности влияния содержания ультрадисперсного наполнителя на ударную и адгезионную прочность изученных пленкообразующих композитов на основе меламинаформальдегидных олигомеров. Определены оптимальные концентрации частиц «Полирита», при которых достигается максимальная прочность при ударе (более 100см) и адгезионная прочность (0 баллов)

покрытий к стали. Наибольший положительный эффект достигается при содержании «Полирита» в композиции лакокрасочного состава 0,5 мас. %, а в композиции эмали 1 мас. % от массы сухого остатка пленкообразующего вещества. Дальнейшее повышение содержания «Полирита» в пленкообразующих композициях приводит к снижению адгезионной прочности защитного покрытия, формируемого на стальных полках.

THE APPLICATION OF THE PRODUCTION WASTE OF OPTICAL GLASSES IN THE PAINT AND VARNISH INDUSTRY

Abstract: As objects of research have been chosen paint-and-varnish materials based on melamine-formaldehyde and nanomaterial «Polirit». Inorganic particles of «Polirit» are waste products of sand-ing-polishing manufacture at making optical glasses for microelectronics. Optimum values of concentration of nanofiller, temperature and curing conditions of films have been picked up. During research influence of «Polirit» on physicomechanical properties of coatings, such as hardness, strength at a bend, strength at impact, adhesion has been investigated. Studying of stability of the developed film-forming composites to action of water and excited environments (a sulfuric acid, caustic sodium, pe-trol) has been also made.

**В.М. Капцевич¹, Л.С. Богинский², Н.К. Лисай¹, Р.А. Кусин³,
В.К. Корнеева¹, Д.И. Кривальцевич¹, И.В. Закревский¹, П.С. Чугаев¹,
М.Е. Петрикевич¹, В.А. Вольский¹**

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Беларусь

²Институт повышения квалификации и переподготовки кадров БНТУ, Беларусь

³ГНУ «Институт порошковой металлургии», Беларусь

РАЗРАБОТКА ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ МЕДНОГО КАБЕЛЯ

Фильтрующие материалы (ФМ) находят широкое применение при решении вопросов охраны окружающей среды, повышения качества и чистоты выпускаемой продукции, надежности, долговечности и срока работы машин и механизмов. Эти вопросы могут быть решены с помощью пористых порошковых материалов (ППМ) и пористых волоконных материалов (ПВМ).

Однако, если технология изготовления ППМ успешно реализована у нас в республике, то технология получения ПВМ не изучена и не используется для

изготовления ФМ. Это связано с дороговизной и дефицитом исходного сырья — волокон. В настоящее время с интенсивным развитием металлургии и машиностроения в Республике Беларусь имеются отходы медного кабеля, из которого РУП «Белцветмет» налаживает выпуск медной сечки — медных волокон, а на РУП «Белорусский металлургический завод» имеются отходы стальной проволоки, из которых можно получать волокна. Все это является хорошей сырьевой основой для выпуска ПВМ.

Для исследования структурных и гидродинамических свойств фильтрующих элементов (ФЭ) из ПВМ на установке для радиально-изостатического прессования из медных волокон фракций $(-0,315+0,4)$ мм и $(-0,4+0,63)$ мм прессовались экспериментальные образцы ФЭ трубчатой формы с внутренним диаметром 32 мм и длиной 160 мм. Диапазон давлений прессования составлял 70–140 МПа. ФЭ спекались при температуре $1020\pm 20^\circ\text{C}$ в среде аргона. После спекания, полученные трубчатые элементы разрезались на экспериментальные образцы и по известным методикам определялись структурные (пористость P , максимальные $d_{п\text{ max}}$ и средние $d_{п\text{ ср}}$ размеры пор) и гидродинамические (коэффициент проницаемости k) свойства.

Проведенные исследования позволили разработать технологический процесс получения ФЭ из медных волокон методом сухого изостатического прессования. По разработанному технологическому процессу изготовлены длинномерные трубчатые ФЭ и ФЭ сложной формы для очистки смазочных материалов.

DEVELOPMENT OF FILTERING MATERIALS ON THE BASIS OF WASTE OF THE COPPER CABLE

Abstract: In article process of reception porous fibre materials on the basis of waste of a copper cable and an opportunity of reception of filtering elements on their basis for clearing lubricants is considered

В.В. Клубович, В.В. Рубаник, В.Г. Самолёт

ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси», Беларусь,
e-mail: ita@vitebsk.by.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ КОЖЕВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАДИЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ СВС

Для многих стран, в том числе и для Беларуси, актуальна проблема утилизации отходов кожевенного производства (ОКП). На Бобруйском кожевенном комбинате сконструирована установка для сушки и пиролиза

осадков сточных вод (кек хромовый). Продуктом переработки отходов в этой установке является пылевидный порошок, содержащий до 82% Cr_2O_3 , окислы других металлов и сажистый углерод.

В лаборатории физики металлов ИТА НАН Беларуси были проведены эксперименты по получению отливок образцов феррохрома с расчетной концентрацией хрома 40% и образцов сплава составов Fe–Cr–Ni–C и Fe–Cr–Ni–Ti–C с использованием порошкового шлама ОКП. вместо окиси хрома.

В результате проведенных исследований установлено:

- Порошковый шлам из ОКП можно использовать вместо окиси хрома при синтезе феррохрома и износостойких сплавов методом СВС-литья с центробежными нагрузками.

- Применение центробежных нагрузок позволяет снизить себестоимость феррохрома и износостойких материалов в результате использовании шлама ОКП.

- Износостойкость синтезированных материалов состава Fe–Cr–Ni–Ti–C обусловлена высокой твердостью (более 6 ГПа) и достаточной пластичностью основы, содержащей много остаточного аустенита (более 60%).

- Изменяя технологические параметры процесса синтеза, можно создавать градиент концентрации частиц карбида, увеличивая их количество на поверхности, которая наиболее подвержена износу.

- Разработанная методика позволяет синтезировать другие градиентные композиционные материалы, в частности композицию из металлического сплава и керамических частиц: {(окись алюминия) – (сплав железо-хром-никель-углерод)}.

UTILIZATION OF LEATHER INDUSTRY WASTES FOR PRODUCTION OF FUNCTIONALLY GRADED MATERIALS

Abstract: The problem of utilization of leather industry wastes for SHS-synthesis and the influence of a centrifugal overload (CO) on the particle size distribution of oxide and carbide in a metal melt during the SHS-casting has been studied. The results of the investigation show that the CO can be used for production of functionally graded materials.

И.А. Левицкий, Ю.Г. Павлюкевич, Н.В. Мазура

УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь,
e-mail: keramika@bstu.unibel.by

ПОЛУЧЕНИЕ КЕРАМЗИТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ШЛАМА

Керамзитовый гравий является основным видом искусственных пористых заполнителей, выпускаемых нашей промышленностью. В настоящее время основными показателями, определяющими перспективность его производства и применения в строительстве, являются стоимость керамзита, его качество и экологическая безопасность. Все эти показатели взаимосвязаны между собой и определяются насыпной плотностью керамзита и видом применяемых материалов.

В производстве керамзитового гравия задача снижения насыпной плотности решается путем регулирования состава сырьевой смеси за счет введения корректирующих добавок одновременно с получением полуфабриката с требуемой вспучиваемостью.

Использование в качестве корректирующих добавок гальванических шламов Белорусского металлургического завода (БМЗ) позволяет получить материал с требуемой вспучиваемостью, улучшить качество керамзита и расширить диапазон регулирования свойств пористого заполнителя.

Гальванические шламы представляют собой материал, образующийся при нейтрализации сточных вод на станциях нейтрализации БМЗ и состоят, главным образом, из соединений железа и кальция. Химический состав шламов на прокаленное вещество в пересчете на оксиды следующий, мас. %: Fe_2O_3 12,7–14,8; CaO 20,0–37,0; P_2O_5 0,9–8,3; SO_3 0,35–34,8; ZnO 1,67–3,17; PbO 1,8–2,0; MgO 0,5–1,0; Na_2O 1,0–0,98; CO_2 0,1–9,3; H_2O 17,3–18,2.

Введение шламов БМЗ в состав сырьевой смеси при получении керамзита приводит к росту пористости образцов, снижению их плотности. Применение шламов безопасно для окружающей среды и потребителей.

Исследование возможного неблагоприятного влияния ионов тяжелых металлов, содержащихся в гальваношламах, на окружающую среду и экологическую безопасность продукции показало, что в водных вытяжках керамзита их количество полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым Министерством здравоохранения Республики Беларусь по содержанию химических элементов в почве и воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Керамзит, полученный с использованием шламов БМЗ, характеризуется потерей массы после 20 циклов попеременного замораживания и оттаивания – 0,83%, сопротивлением раздавливанию – 3,9 Н/мм², насыпной плотностью 515–560 кг/м³, содержанием водорастворимых сернистых и сернокислых соединений – не более 0,2%.

PRODUCTION OF THE HAYDITE ON THE BASIS OF GALVANIC SLIME

Abstract: Production of the haydite on the basis of galvanic slime have been studied. Association of physicochemical and operating characteristics sintering gravel with them chemical-mineralogical and phase structure were established. Migration of the heavy metal's ions from haydite in aqueous extract have been studies.

К.С. Матвеев, В.В. Пятов, Е.А. Егорова, В.Н. Ковалев

УО «Витебский государственный технологический университет», Беларусь
e-mail: konstant_m@tut.by

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО СТЕЛЕЧНОГО МАТЕРИАЛА

Использование при переработке полимерсодержащих отходов метода термомеханического рециклинга, который подразумевает одновременное воздействие на материал температуры и давления, позволяет с успехом возвращать в производство достаточно большие объемы дорогостоящих материалов. Технологии рециклинга отходов, посредством шнекового оборудования, применяются на Витебских обувных предприятиях уже более десяти лет. Но ассортимент выпускаемой продукции составляет пока два наименования (вкладыш для низа обуви и подошвенный материал для домашней обуви) и его расширение продвигается с большим трудом, что связано и с проблемами разработки нормативной документации на получаемые изделия.

В настоящее время в университете ведутся разработки, касающиеся получения композиционного стелечного материала. Технологический процесс реализуется на специально разработанной и изготовленной линии, включающей в себя измельчитель, на котором происходит измельчение отходов; шнековый экструдер, осуществляющий термомеханическую подготовку композиции, и механизм прокатки, на котором техническим трикотажным материалом армируется получаемая пластина. Для отработки технологических режимов в качестве сырья использовались отходы искусственных кож с поливинилхлоридным покрытием. При измельчении отходов, происходит разволокнение основы, которая при переработке на шнековом экструдере, смешивается с полимерным покрытием. Нити основы искусственной кожи выступают наполнителем, поливинилхлоридное покрытие является связующим, а трикотажная основа, которая подается в межвалковый

зазор прокатного механизма, армирует новый композиционный материал. После вырубки стелек, образующиеся отходы подвергаются повторному измельчению и переработки по вышеописанной схеме.

Указанную композицию предполагается использовать как заменитель картонов в качестве стелечного материала. Функции трикотажной основы в такой композиции не ограничиваются только армированием. Как известно стелечные материалы должны обладать определенными гигиеническими свойствами. Особая двойная структура трикотажного материала, с одной стороны армирует композицию, с другой стороны обладает определенной гигроскопичностью и влагопоглощением.

TECHNOLOGY OF RECEPTION OF THE COMPOSITE MATERIAL FOR INSOLES

Abstract: Work is devoted working out of technology of reception of the composite reinforced materials from a waste. From the received plates cut down insoles. Area of utilisation of materials – shoe manufacture.

С.Е. Орехова, С.Л. Радченко, Ю.С. Радченко

УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь,
e-mail: bstu@unibel.by

ПОЛУЧЕНИЕ СТЕКЛОВИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВАНАДИЙСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ СЕРНОКИСЛОТНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Проведенные исследования являются частью проекта «Разработка ресурсосберегающей технологии переработки отработанных ванадиевых катализаторов (ОВК) сернокислотного производства». ОВК содержат в своем составе соединения ванадия, оксид кремния, некоторое количество оксидов металлов. Таким образом, исследуемый материал можно представить в виде стеклообразующей системы $R_2O-RO-V_2O_5-Al_2O_3-SiO_2$ (где $R_2O = Na_2O+K_2O$, $RO = FeO+ZnO+CuO+CaO$).

Установлены возможные пути утилизации ОВК: 1) их непосредственное использование для изготовления окрашенных стекол и цветных глазурей; 2) получение цветных стекол и глазурей на основе твердых остатков после выщелачивания водорастворимых компонентов ОВК. В Республике Беларусь есть несколько стекольных заводов и керамических предприятий, где такие стекла и глазури могут быть произведены.

Синтез опытных стекол осуществляли в боросиликатной системе (количество вводимого ОВК – 40-55 %) путем сплавления шихт в фарфоровых

тиглях в пламенной газовой печи при температуре $1400 \pm 20^\circ\text{C}$. В температурном интервале термообработки $950-1050^\circ\text{C}$ получили глазурные покрытия широкой цветовой гаммы – от серых до коричневых, и разнообразной фактуры – от матовых до блестящих. ТКЛР глазурей составил $(59-63) \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$, твердость по Моосу – 5–6.

Определено, что при образовании в исследуемых глазурях игольчатых кристаллов пироксеновых фаз (энстатит и авгит), цвет покрытий изменяется от серо-зеленого до зеленовато-коричневого, фактура – блестящая, реже полуматовая. Формирование полукристаллической мелкозернистой структуры, характерной для дипсидоподобной фазы (твердый раствор диопсида и авгита), обеспечивает получение покрытий от светло-серого до палевого цвета с полуматовой (реже матовой) фактурой.

Использование твердых остатков после выщелачивания отработанных ванадиевых катализаторов в качестве основного и одновременно красящего компонента позволило получить цветные стекла (цвет – черный) и цветные глазури (цвет – серый, фактура – блестящая и полуматовая). Экспериментальные составы стекол рекомендуется применять для получения декоративных окрашенных стеклоизделий (стекла для витражей, вазы, пепельницы), глазурных покрытий – для декорирования печных изразцов, майолики, изделий художественной керамики и т.д.

PRODUCTION OF VITREOUS MATERIALS WITH USING OF VANADIUM CONTAINING WASTES OF SULPHURIC PRODUCTIONS

Abstract: Using of vanadium containing wastes of sulphuric acid production as basic and colouring component permitted to synthesize black glasses and glazes of grey, pale-yellow, brown colours of different texture. Experimental compositions of glasses are recommended for production of decorative coloured glass-makings, glazes covering – for decoration of stove tile, majolica and products of studio pottery.

**Д.С. Слижук, Н.М. Горбачев, В.П. Кожин, И.В. Жавнерко,
Н.Э. Стаховская, А.И. Червоный, З.Н. Козич**

Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, Беларусь
Научно исследовательский институт строительных материалов, Беларусь

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА МИНЕРАЛОВАТНЫХ ПЛИТ

При изготовлении минераловатной продукции на различных технологических переделах ее производства образуются не поддающиеся

вторичной переработке твердые отходы, содержащие в своем составе токсичные фенол и формальдегид. Выделение вредных веществ в атмосферу и грунтовые воды в местах захоронения указанных отходов наносит существенный ущерб экологии окружающих территорий.

Задача данной работы состоит в утилизации отходов производства и их возврате в технологический процесс, то есть повторном использовании отходов в качестве вторичного сырья для получения минераловатной продукции. Для этого из смеси отходов и связующего вещества формируются брикеты, которые после термообработки повторно направляются на плавку в качестве добавки к сырьевой шихте. К брикетам предъявляются определенные требования по составу и прочности.

Химический состав и технологические параметры изготовления брикетов разработаны в УП «НИИСМ». Получение брикетов с необходимой прочностью на сжатие для сырьевых материалов при ваграночной плавке, обеспечивается термообработкой по определенному режиму. Прочность брикетов в значительной степени определяется их сырьевой влажностью и процессом термообработки брикетов, характеризующихся рядом физико-химических превращений компонентов, происходящих при удалении влаги и структурообразовании материала.

Представленные данные по влажности и прочности исследованных образцов при различных влажностных и температурных показателях теплоносителя при конвективной термообработке в течение 6-12 часов удовлетворяют требованиям, предъявляемым к сырьевым материалам для плавильных установок ваграночного типа. Применение дискретного подвода тепла при термообработке позволяет сэкономить расход энергоресурсов более чем на 20 %.

Разрабатываемая технология брикетирования отходов минераловатного производства, исследованные режимы и параметры их термообработки для достижения прочностных показателей, удовлетворяющих заданным требованиям, при минимальном расходе энергоресурсов на термообработку, позволят полностью утилизировать твердые отходы производства минеральной ваты и изделий из нее, тем самым снижат экологическую нагрузку на окружающую среду в районе работы предприятия.

DEVELOPMENT OF MINERAL WOOL WASTE RECOVERY TECHNOLOGY

Abstract: Fundamentals of the technology of mineral wool waste recovery are developed. This technology includes the briquetting of waste which return in a production cycle.. The thermal treatment and drying of briquette with heat agent recirculation allow to produce top-quality briquette which can be used in the manufacturing technologies.

В.П. Ставров, А.Н. Калинка, О.И. Карпович, А.В. Спиглазов

КОМПАУНДИРОВАНИЕ СМЕШАННЫХ ОТХОДОВ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ И ВОЛОКНИСТЫХ ОТХОДОВ СТЕКЛОПЛАСТИКА ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ

Постоянно ужесточающиеся экологические требования вынуждают перерабатывать в изделия ранее не утилизовавшиеся промышленные и бытовые отходы, в частности смеси термодинамически несовместимых термопластичных полимеров, отходы полиэфирных стеклопластиков контактного формования. Наиболее приемлемые параметры производительности и энергоемкости формообразования изделий обеспечивает прессование предварительно пластицированной композиции. В работе исследуются технологические основы компаундирования полимерных и волокнистых отходов для получения изделий по этому методу.

Для компаундирования предложена двухстадийная технология, включающая пластикацию смешанных отходов термопластов в червячном экструдере и совмещение расплава с волокнистой фракцией в дисковом экструдере.

Использовали волокнистые отходы стеклопластика контактного формования, выделенные в центробежно-ударной мельнице (А.Э. Левданский, Д.И. Чиркун). Средняя длина волокон 20 мм, минимальная – 2–3 мм. В качестве матриц опробованы измельченные смеси АБС-полипропилен, полиамид-АБС, АБС-ПВХ, полиэтилен-ПЭТФ и их комбинации. Показатели вязкопластических свойств композиций со стекловолокнистыми отходами (до 50% масс.) определяли путем сжатия диска между плоскопараллельными плитами и капиллярным методом.

Установлены параметры пластикации и компаундирования композиций, при которых удельная энергоемкость не превышает 1 кВт·ч/кг, а производительность пластикации в экструдере ЧП32–25 до 10 кг/ч.

Механические свойства материалов, полученных прессованием из указанных композиций, соизмеримы со свойствами первичных полимеров, входящих в состав композиции, что позволяет использовать смешанные отходы для формования конкурентоспособных изделий строительного, коммунального и иного назначения.

COMPOUNDING OF MIXED THERMOPLASTICS AND FIBER GLASS WASTES FOR
ARTICLES PRESSING

Abstract: The compounding parameters by two stages extrusion of mixed thermoplastic polymers and glass fiber wastes, the composition properties, the output and energy consumption by articles pressing are investigate.

М.Г. Таврогинская, В.В. Тимошенко

ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В.А.Белого НАН Беларуси»,
Беларусь, e-mail: mpri@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ОТХОДОВ

Выбор технологических параметров переработки термопластичных отходов и областей использования, получаемых из них изделий, обусловлен их физико–химическими, механическими и технологическими свойствами, которые в значительной степени отличаются от тех же характеристик первичного полимера. Изменение химической структуры начинается уже в процессе первичной переработки термопластичных отходов, в частности при экструзии, когда полимер подвергается значительным термоокислительным и механохимическим воздействиям.

Целью работы является количественное прогнозирование стойкости полимерных термопластичных отходов и пределов их работоспособности.

Объекты – термопластичные отходы на основе полиэтиленов (ПЭВД, ПЭНД), полипропилена (ПП) и полиэтилентерефталата (ПЭТФ).

Степень деструкции отходов полимеров и эффективность введения стабилизаторов оценивали по значению энергии активации термоокислительной деструкции (E_g), коэффициенту стойкости физико–механических свойств (K), а также по степени работоспособности (P).

Проведена сравнительная оценка E_g термопластов полученных в результате переработки отходов и аналогичных первичных полимеров. Результаты показали, что уменьшение E_g ПП и ПЭ твердых отходов незначительно по сравнению с первичными полимерами. Так для отходов бутылочного ПЭТФ E_g снижена на 15,8 %. В этом случае понижение значения E_g может быть обусловлено изменением энергии межмолекулярных связей и уменьшением свободной поверхностной энергии. В данном случае распад гидролитически нестойких связей в макромолекулах является главной причиной уменьшения долговечности полимерных изделий. Для пленочных отходов (например, сельскохозяйственной ПЭ до 50 %) характерно более интенсивное снижение E_g , по сравнению с твердыми отходами, а для смесей отходов ПЭ наблюдается падение E_g на 30 %, это свидетельствует о значительных изменениях, происходящие в полимере при эксплуатации.

Показано, что при введении стабилизирующей добавки в полимерные отходы при переработке степень Ег возрастает на 21,2 % по сравнению с нестабилизированным полимером. Это происходит в результате ингибирования цепных реакций разложения полимеров путем дезактивации первоначальных или промежуточных активных центров в элементарных реакциях процесса деструкции, например, «блокирование» слабых связей в макромолекуле, дезактивация свободных радикалов, разрушение образующихся при окислении гидроперекисей.

Показано, что механизм процесса окисления компонентов в смесях на основе отходов термопластов отличаются от окисления индивидуальных полимеров: процесс термоокислительной деструкции компонентов в смеси ускорен по сравнению с одинарными полимерами, определяющую роль в кинетике окисления несовместимых смесей ПП/ПЭТФ, ПЭНД/ПЭВД и ПЭ/ПЭТФ имеют перекрестные реакции между макромолекулами разных компонентов, которые реализуются в межфазном слое и на межфазной границе. Вклад в процесс окисления полимерных смесей перекрестных реакций зависит от структуры межфазного слоя, где, возможно, происходит искажение конформации, что приводит к смещению электронной плотности в молекулах.

Значительное влияние на физические константы, определяющие Р полимеров, кроме термостабилизаторов и пластификаторов, оказывают наполнители. При введении дисперсных наполнителей – талька, углерода, древесной муки, Ег не изменяется, так как они не влияют на термодеструкцию полимерной основы. При введении диоксида кремния, Ег возрастает, так как он инициирует поперечную сшивку молекул, которая становится возможна благодаря более интенсивному прохождению окислительных реакций в процессе переработки отходов полиолефинов

Таким образом, границы работоспособности полимеров взаимно связаны принципом температурно–временной–силовой эквивалентности при деструкции.

Эта закономерность дает основу для регулирования свойств материала при переработке и особенно модифицировании полимеров, прогнозировать их работоспособность, регулировать и повышать ее границы.

DETERMINATION OF POTENTIAL DURABILITY OF MATERIALS BASED ON THERMOPLASTIC WASTER

Abstract: Borders of functionability of polymers it is relative are connected by a principle temperature–time–power relationship at destruction. This regularity gives the basis for regulation of a material properties at a thorough revision and especially updating of polymers, to predict their functionability, to regulate and increase its borders.

О.В. Филимонов¹, С.Г. Кудян², В.Н. Коваль³, С.С. Песецкий³

¹ MFK Chemical Corporation, Беларусь

² РУП «СКТБ «Металлополимер» НАН Беларуси, Беларусь

³ ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси», Беларусь, e-mail: otde15mpri@tut.by

РЕГЕНЕРАЦИЯ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ ПЭТФ И КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ИХ ОСНОВЕ

Приводятся результаты исследований по отработке технологии регенерации бытовых отходов полиэтилентерефталата (бутыли для напитков, емкости для хранения пищевых полуфабрикатов и т.п.), получению из них композитов преимущественно конструкционного назначения, а также аппаратурному оформлению разработанных технологических процессов.

Главной особенностью отдельных стадий используемых технологий является замедление (предотвращение) термо- и гидролитической деструкции макромолекул. На стадии получения флексов это достигается применением бесщелочной мойки измельченных бутылей. При компаундировании композиционных материалов и переработке их из расплава используются специальные модификаторы, приводящие к сохранению или даже повышению молекулярной массы вследствие химических реакций, протекающих с участием концевых функциональных групп макромолекул ПЭТФ. Используемые модификаторы эффективны при введении в ПЭТФ, его смеси с другими полиэфирами, а также армированные волокнами композиты.

Приводятся примеры получения, результаты анализа особенностей молекулярной структуры и свойств различных типов композитов на основе регенерированного ПЭТФ: ударопрочных смесей с поликарбонатом, смесевых композитов со стирольными пластиками, пригодных для изготовления литьем под давлением тонкостенных изделий, огнестойких композитов (в том числе стеклоармированных), а также высокомодульных материалов, армированных короткими и длинными стекловолокнами, с пониженной склонностью матричного ПЭТФ к кристаллизации. Дается характеристика оригинального технологического оборудования, используемого при получении бутылочных флексов и компаундировании материалов.

REGENERATION OF PET EVERYDAY WASTES AND COMPOSITE MATERIALS ON THEIR BASE

Abstract: The results of original investigations by the process of PET sanitary waste regeneration (beverage bottles, vessels for semi-finished item storage, etc.) and making the

composites of construction purpose (impact-resistant plastics, flame-retardant materials, composites reinforced by short and long fibers) have been cited.

О.Р. Юркевич, Е.В. Иноземцева

ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого»,
Беларусь, e-mail:otdel6mpri@mail.ru

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ НЕКОНДИЦИОННОГО ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА

Производство марочного ассортимента полиэтилентерефталата (ПЭТФ) на ОАО «Могилевхимволокно» связано с образованием «некондиционного» полимера, характеризующегося переходным значением молекулярной массы и повышенным содержанием отбеливающих добавок. В настоящее время полимер идет на вторичную переработку путем термического разложения до исходных продуктов синтеза, что связано с большими энергозатратами. Высокая теплостойкость, химическая устойчивость, хорошие диэлектрические свойства полимера позволяют использовать его в качестве пленкообразующей основы композиционных порошковых материалов для получения покрытий широкого функционального назначения.

Опытная партия некондиционного полимера в порошкообразном виде была получена методом криогенного измельчения на мельнице молотковой. Установлено, что свойства порошков (морфология частиц, сыпучесть, способность к электроосаждению и псевдооживлению) удовлетворяет требованиям порошковой технологии. Изучены технологические свойства (вязкость расплава, пленкообразующая способность, температурно–временные параметры формирования пленок и покрытий) порошковых материалов и получены образцы покрытий.

Выполнены оценки устойчивости покрытий в модельных активных средах (кислоты, щелочи, соли) и технологических средах химического производства на Гомельском химическом заводе. Модифицируя полимер органическими и неорганическими добавками, получены порошковые материалы для антикоррозионных покрытий, преимущественно для защиты химического оборудования, эксплуатирующегося в кислотных и солевых средах при температурах от 20 до 90°C. Для покрытий, наносимых газотермическими методами, введение в состав композиций специальных добавок позволяет увеличить поглощательную способность порошковых материалов, что приводит к улучшению их качества.

Исследование триботехнических свойств образцов покрытий на основе ПЭТФ и модификаторов различного типа позволило предложить порошковые

композиционные материалы для получения покрытий антифрикционного назначения.

На новые композиционные материалы, предназначенные для получения антикоррозионных и антифрикционных покрытий, разработаны проекты технических условий.

COMPOSITES ON THE BASIS OF OFFGRADE POLYETHYLENE TEREPHTHALATE

Abstract: probe of tribotechnical properties of samples of ccoatings based on polyethylene terephthalate and modifying agents of different type has allowed to offer powder composites for obtaining coatings of antifrictional destination.

СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ

**А.А. Андрижиевский, А.Г. Лукашевич,
Э.А. Михалычева, А.Г. Трифионов**

ГНУ «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» НАН
Беларуси, Беларусь, e-mail: tral@sosny.bas-net.by

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЭУ

Предварительная оценка ветрового климата в предполагаемом районе размещении ветроэнергетических установок (ВЭУ) и определение ветропотенциала с учетом влияния сложного рельефа местности, искусственных препятствий и шероховатости поверхности, анализ технических требований к проектированию ветроэнергетических станций (ВЭС), расчеты экономических показателей строительства и эксплуатации

ВЭС, а также выполнение требований по снижению экологического воздействия разрабатываемых ВЭУ и ВЭС повышает эффективность строительства и использования ветроэнергетических установок.

В работе выполнен анализ технических требований к проектированию ветроэнергетических установок, представлена методология анализа экономической целесообразности строительства ВЭУ. Полученные экономические показатели свидетельствуют о высокой энергетической и экономической эффективности ВЭУ, вместе с тем отмечено, что имеются весьма значительные резервы повышения эффективности ВЭУ за счет снижения стоимости ее возведения.

Рассмотрены экологические аспекты внедрения ВЭУ. Приведены факторы воздействия ВЭУ на окружающую среду, последствия этого влияния и основные мероприятия по снижению и устранению отрицательных проявлений.

Проведен анализ установившейся практики по размещению и проектированию ВЭУ и ВЭС в Республике Беларусь, разработаны научно-обоснованные требования применительно к размещению и проектированию ветроустановок и ветростанций различной мощности и назначения, и, соответственно, подготовлены основы для разработки технического кодекса установившейся практики (ТКП), принятие которого будет способствовать развитию нетрадиционной возобновляемой энергетики как альтернативы органическому топливу, используемому для выработки электрической энергии и обеспечению современного технического уровня, качества и экономичности ВЭУ при их разработке (проектировании), производстве и эксплуатации.

THE RESEARCH OF ECONOMIC EFFICIENCY AND ECOLOGICAL CONSEQUENCES OF BUILDING AND OPERATION OF WIND-DRIVEN POWERPLANT

Abstract: The paper presents the research of economic efficiency and ecological consequences of building and operation of wind-driven powerplant. Practical application of the research is working out of the scientifically-proved requirements and the technical code of the established practice with reference to placing and designing wind power installations of various capacity and appointment.

Н.А. Антанович

ЧУП «Институт горной автоматики», Беларусь, e-mail: sol_iga@mail.ru

АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ТОНКИХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ УЗЛОВ ТРЕНИЯ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

Проведен анализ современных достижений и исследований в области создания функциональных полимерных композиционных материалов.

Замечено, что фторсодержащие пленочные ингибиторы по комплексу триботехнических, антикоррозионных и теплофизических характеристик заметно превосходят антикоррозионные и противоизносные пленки на основе слоистых материалов.

Выявлены отличия тонкопленочных покрытий, полученных электронно-лучевым диспергированием и термическим вакуумным напылением производных циклических полиолефинов– полициклогексадиена (ПЦГД), сополимера стирола с циклогексадиеном (СЦГД).

Обнаружены и систематизированы общие признаки пленочных структур, полученных с применением энергетических потоков различных видов (тепловых, электронных, лазерных и т. п.).

Указано, что общим механизмом диспергирования полимерных полуфабрикатов концентрированными потоками энергии является образование высокодисперсных (в т. ч. наноразмерных) полимерных частиц вследствие разрушения блока газообразными низкомолекулярными и олигомерными продуктами.

ASPECTS OF FORMATION TECHNIQUES OF THIN COATINGS FOR ELEMENTS OF FRICTION UNITS OF MACHINES AND MECHANISMS

Abstract: Formation of thin coatings is influenced by ratio of fractions of various molecular mass depending on technological conditions of conducting a process, changing which it is possible to create oligomeric or polymeric products of various functionality.

**З.А. Антонова¹, В.С. Крук¹, В.Н. Куревич¹, В.В. Смирский¹,
Я.Э. Пилук², А.А. Сильченко³**

¹ Научно-исследовательский институт физико-химических проблем
Белгосуниверситета, Беларусь

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

³ ОАО «ГродноАзот», Беларусь

КОМПЛЕКСНЫЕ МИНЕРАЛООРГАНИЧЕСКИЕ МИКРОУДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ЖИДКОГО БИОТОПЛИВА

Разработанные составы комплексных микроудобрений предназначены для внекорневой подкормки масличных культур, в частности, рапса и вносят существенный вклад в совершенствование технологии его возделывания.

Технология получения комплексного удобрения для внекорневой подкормки рапса основана на использовании отходов производства дизельного биотоплива из рапсового масла – глицериновой фракции и промывной воды, подлежащих утилизации. Используемые для этих целей отходы производства биотоплива содержат органические вещества, позволяющие получать растворы с более высокой концентрацией компонентов, а также улучшить усвояемость микроэлементов растениями. Проведенные полевые испытания разработанного удобрения на культуре рапса позволили оптимизировать его состав, разработать рекомендации по дозировкам и срокам внесения. Результаты полевых испытаний подтвердили высокую биологическую и хозяйственную эффективность данного удобрения.

На основании экспериментальных исследований составов образцов рапса, выращенных с применением разработанного удобрения было изучено накопление микроэлементов различными частями растения рапса в зависимости от методики его внесения. В частности, накопление селена и влияние его на поглощение других микроэлементов. Одновременное внесение макроудобрений вызывает снижение содержания Se в семенах рапса в 5 – 7 раз, что позволяет с их помощью регулировать накопление селена растениями. Введение в состав микроудобрения селена – важнейшего микроэлемента для жизнедеятельности человека, обусловлено способностью рапса накапливать селен различными частями растения при оптимальных условиях выращивания в количествах, не превышающих значений его безопасных концентраций в получаемом пищевом рапсовом масле, а также в кормах и кормовых добавках.

COMPLEX MINERALORGANIC MICROFERTILIZER FROM WASTE PRODUCTION LIQUI BIOFUEL

Abstract: Complex mineralorganic microfertilizer for leaf-feeding of canola from glycerin fraction (waste on production fatty acid methyl esters) is proposed.

И.М. Арцукевич¹, И.Э. Гуляй², В.В. Опекунов¹

¹Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, Беларусь,
e-mail: kaf_stroimat@post.grsu.by

²Гродненский государственный медицинский университет, Беларусь

СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАНОЛА ИЗ СТОЧНЫХ ВОД

Сточные воды, образующиеся в результате химических синтезов, исходным компонентом в которых является формальдегид, содержат значительное количество метанола. Это обусловлено тем, что для предотвращения полимеризации формальдегида и выпадения осадка, в формалин в качестве стабилизатора изначально добавляется до 15% метанола.

Исследован состав сточных вод производства фенол–формальдегидных смол различных предприятий Беларуси: Мозырьдрев, Мостодрев, Пинскдрев. Установлен их близкий качественный и количественный состав. По степени воздействия на организм отходы содержат вещества II (фенол, формальдегид) и III (метанол) класса опасности. В 1м³ стоков содержится около 40 кг формальдегида и 120–140кг метанола. Наличие высокой концентрации спирта обусловило цель работы – извлечение метанола из смеси для использования его в качестве эффективного реагента многих химических процессов. Использование метода дробной перегонки оказалось безуспешным. Хотя температуры кипения метанола и формальдегида сильно различаются (64.5° С и –19.3° С соответственно), фракции конденсата содержали в высоких концентрациях оба вещества. По-видимому, это обусловлено их сильным межмолекулярным взаимодействием в растворе. Проблема была успешно решена удалением одного из компонентов среды – формальдегида. Использована его способность к автокаталитической реакции синтеза сахаров в слабощелочной среде в присутствии ионов металлов. С этой целью в сточные воды вносили оксид кальция в соотношении $\text{НСОН}:\text{CaO} = 1:0.3.8$. Эффективность удаления повышалась внесением в систему гликолевого альдегида в концентрации 48мг на 1л стоков. Подобранные соотношения позволили снизить концентрацию формальдегида в среде в 3000 раз. Через 30 минут производили отгонку метанола. Степень извлечения его из сточных вод составляла 99.8%.

THE METHOD OF METHANOL EXTRACTION FROM WASTE WATER

Abstract: The method of methanol extraction from waste water of the phenol-formaldehyde production is developed. Azeotropic mixture of formaldehyde and methanol was destructed by the carrying in the system of calcium oxide and glycol aldehyde. The effectiveness of methanol extraction is 99.8%.

М.К. Аршинов, М.Н. Сарасеко, К.И. Аршинов

ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси», Беларусь,
e-mail: itaaki@yandex.ru

ЛАЗЕРНАЯ ПОВЕРХНОСТНАЯ МОДИФИКАЦИЯ КЕРАМИКИ $ZrO_2:Co$, $ZrO_2:Ni$, $Al_2O_3:Co$.

Процесс лазерного спекания керамических материалов отличается от спекания в печах своей кратковременностью и наличием больших градиентов температур в тонком поверхностном слое образцов, что зачастую приводит к их короблению, растрескиванию и эрозии поверхности.

Цель данной работы состоит в снижении температуры спекания керамики и градиента температуры в местах воздействия лазерного излучения за счет введения стабилизирующих добавок. Для керамики ZrO_2 и Al_2O_3 в качестве стабилизирующих добавок используют Ni, Co и некоторые другие элементы, которые при малых концентрациях (менее 1 мол.%), не образуя твердый раствор, снижают температуру спекания и пористость, а также за счет увеличения теплопроводности уменьшают градиент температуры, что предотвращает поверхностное растрескивание керамики при локальном лазерном воздействии.

В качестве стабилизирующей добавки был использован Co и Ni. Равномерное введение стабилизирующей добавки по всему объему керамического образца обеспечивалось за счет предварительного химического осаждения металлической пленки кобальта и никеля на поверхность частиц керамических порошков ZrO_2 , Al_2O_3 . Технология химического осаждения позволяет получать на поверхности керамических частиц металлические пленки равномерной толщины и обеспечивает равномерное распределение добавок по всему объему керамического образца.

Керамический порошок предварительно подвергался компактированию при давлении 2 МПа с использованием в качестве связующего 10%-го водного раствора ПВС. Размер частиц порошка составлял 40 мкм. Толщина пленки кобальта/никеля, нанесенного путем химического осаждения на керамические частицы, по оценкам не превышала 2 мкм.

В качестве источника лазерного излучения использовался непрерывный $Nd^{+3}:YAG$ лазер типа ЛТН-103 ($\lambda = 1.06$ мкм). Качественное оплавление поверхности образцов без следов эрозии и образования трещин как в зоне лазерного воздействия, так и на границе лазерного луча наблюдалось при плотности мощности лазерного излучения $q=3.0$ кВт/см² и скорости перемещения образцов $v=1$ см/с. Микротвердость оплавленной поверхности образцов была не менее 13.5 ГПа для ZrO_2 и 12 ГПа для Al_2O_3 . Глубина проплавления составляла 20–30 мкм.

LASER MODIFICATION OF $ZrO_2:Co$, $ZrO_2:Ni$, $Al_2O_3:Co$ CERAMICS

Abstract: Laser surface melting of ceramics ZrO_2 and Al_2O_3 have been carried out. Ceramic particles were coated Co or Ni by chemical method preliminary. Flowed ceramic surface have smooth without breaks.

К.И. Аршинов, М.К. Аршинов

ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси», Беларусь,
e-mail: itaaki@yandex.ru

ФОРМИРОВАНИЕ ПОКРЫТИЯ $Al:Zn$ МЕТОДОМ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ПОДВОДОМ ЭНЕРГИИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Процесс газодинамического напыления представляет собой быстрый, низкотемпературный процесс нанесения покрытий. Тем не менее, по-прежнему актуален поиск путей более эффективного осаждения металлических порошков. Представляется, что дополнительный подвод энергии, например, в виде лазерного излучения сможет повысить как качество получаемых покрытий, так и долю осажденного порошка. Цель данной работы состояла в изучении возможности повышения эффективности осаждения композиционного порошка $Al:Zn$ за счет воздействия на частицы порошка лазерного излучения. Лазерное излучение направлялось от источника перпендикулярно потоку напыляемых частиц. В качестве источника лазерного излучения использовался непрерывный отпаянный CO_2 -лазер типа ИЛГН-709: длина волны $\lambda=10.6$ мкм, мощность 100 Вт, диаметр лазерного пучка $d=10$ мм. Плотность мощности лазерного излучения варьировалась с помощью BaF_2 линзы с фокусным расстоянием $F=15$ см. Для контроля мощности лазерного излучения использовался измеритель мощности лазерного излучения ИМО-2Н. Метод газодинамического напыления может быть использован, когда размер частиц напыляемого порошка варьируется в диапазоне от 1 мкм до 50 мкм. Эффективность воздействия лазерного пучка на частицы определяется длиной волны лазерного излучения, размером и концентрацией частиц, а также скоростью частиц порошка. По оценкам скорость газового потока не превышала 600 м/с. С помощью делительной пластины и поворотных зеркал излучение направлялось на газовый поток с двух противоположных сторон под углом $\sim 150^\circ$. Для формирования покрытий использовался композиционный порошок $Al:Zn=50:50$ об.% с размером частиц $d=5-10$ мкм. Средняя

микротвердость получаемых покрытий Al:Zn составляла 1100 ± 100 МПа. Было установлено, что повышение эффективности осаждения порошка благодаря воздействию лазерного излучения проявляется при концентрации частиц в потоке $n \sim 5 \cdot 10^5 \text{ см}^{-3}$.

Из полученных результатов видно, что воздействие на частицы порошка лазерным излучением ($\lambda = 10.6$ мкм) интенсивностью $W = 520 \text{ Вт/см}^2$ приводит к повышению эффективности осаждения смеси металлических порошков Al:Zn=50:50 об.% на подложку из алюминиевого сплава Д16Т приблизительно на 18%.

AL:ZN COATING FABRICATION BY COLD SPRAY METHOD WITH LASER

Abstract: The increasing near 18 % of the precipitation coefficient of metal powder blend on the aluminum alloy D16T substrate has been obtained with additional laser impact. In the experiment metal powder blend Al:Zn=50:50 vol.% with average particle size $d = 5 \div 10 \text{ }\mu\text{m}$ and the stream concentration $n \sim 5 \cdot 10^5 \text{ см}^{-3}$ was used. The metal powder stream was treated with power density $\sim 520 \text{ W/sm}^2$ of the CO₂-laser ($\lambda = 10.6 \text{ }\mu\text{m}$).

Л.В. Ахмадиева

ЗАО «Солигорский институт проблем ресурсосбережения с опытным производством»,
Беларусь, e-mail: ipr@sipr.by

ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЗМА МОДИФИЦИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ В ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦАХ

Размерный фактор оказывает существенное влияние на активность твердофазных частиц различного состава и строения в процессах взаимодействия с окружающей средой, в т. ч. молекулами олигомеров и полимеров.

Синтетические и природные кремнийсодержащие частицы сиалона, цеолитов, глин, слюд, серпентина и т. п. при достижении размеров отдельных фаз (пор) менее 100 нм обуславливают синергические эффекты повышения комплекса физико-механических, адгезионных, триботехнических и других характеристик композиционных материалов при традиционных технологиях их получения и переработки в изделия.

Рассмотрены особенности формирования наноматериалов при введении в состав полимерной матрицы твердофазных частиц с наноразмерами хотя бы в одном направлении и обладающих нескомпенсированным зарядом с

достаточно большим временем релаксации, достаточным для осуществления технологических воздействий в масштабе реального времени.

Из экспериментов известно, что даже при небольшой концентрации наноразмерных частиц модификатора (до 0,1 мас.%) свойства композита на основе полимера могут существенно изменяться. В частности, для деталей изготовленных из модифицированного вещества, износостойкость и прочностные характеристики могут увеличиваться на 20–30 %. Предложена модель для объяснения этого экспериментально зафиксированного факта.

Рассмотрен принцип расчета степени модифицирования для наночастиц наполнителя различного габитуса (чешуйчатые, сферические, цилиндрические (викерсы) частицы). Так же рассмотрено влияние электрического заряда частиц различной формы как важнейшего компонента модифицирования полимерных матриц.

FEATURES OF THE MECHANISM OF MODIFYING ACTION OF LOW-SIZE FILLERS IN POLYMERIC MATRIXES

Abstract: Mechanisms of modifying action of low-size particles on a polymeric matrix are considered. It is shown that depending on the form (habit) of a nanoparticle efficiency of its modifying action changes.

Л.В. Ахмадиева

ЗАО «Солигорский институт проблем ресурсосбережения с опытным производством», Беларусь, e-mail: ipr@sipr.by

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЭЛЕМЕНТОВ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТ КОРРОЗИОННОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ

Проведено исследование физико-химических аспектов формирования композиционных материалов на основе совмещенных «полимер-олигомерных» матриц для получения защитных покрытий с повышенными показателями служебных характеристик.

Для уменьшения вероятности коррозионного повреждения металлического компонента системы под защитным покрытием целесообразно введение в состав композиции многофункциональных компонентов, которые оказывают комплексное воздействие на механизмы структурирования и протекание контактных реакций с переносом заряда и массы.

Предложена композиция на основе совмещенных матриц с повышенной гидрофобностью с использованием в качестве

гидрофобизирующего компонента защитных покрытий на основе совмещенных полимер-олигомерных матриц ультрадисперсного политетрафторэтилена (УПТФЭ), который в силу своего молекулярного и фазового строения позволяет управлять энергетическими параметрами поверхностных слоев компонентов и защитных покрытий.

Параметры энергетических характеристик фторпокрытий на твердых подложках оценивали по величине краевого угла смачивания.

Исследованы свойства композиции на основе совмещенной «олигомер-полимерной» матрицы с повышенными защитными способностями с использованием в качестве функционального модификатора масло ПОД.

Масло ПОД в количестве 1–10 % вводили в состав исходных эмалей марки ЭП–1236 путем механического диспергирования с помощью лопастного смесителя. Исследованы зависимости реологических характеристик, параметров прочности покрытий при ударе, стойкости к истиранию, адгезионные характеристики, продолжительность и степень высыхания полученных составов лакокрасочных покрытий от концентрации масла ПОД.

COMPOSITE MATERIALS FOR PROTECTION OF ELEMENTS OF TRANSPORT SYSTEMS AND THE PRODUCTION EQUIPMENT AGAINST CORROSIVE DAMAGE

Abstract: On the basis of the combined matrixes with the raised indicators of water repellency and anticorrosive protection, abrasive resistance and resistance to influence of impact loadings compositions of protective composite coverings are developed for protection of elements of transport systems and the production equipment against corrosive damage.

Н.М. Бабкова, С.Е. Баранцева, Л.Г. Шишканова

УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь
e-mail: keramika@bstu.unibel.by

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЕ ПЕНОСТЕКЛО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГОРНЫХ ПОРОД МИКАШЕВИЧСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Сравнительная характеристика наиболее распространенных теплоизоляционных материалов показывает, что по комплексу свойств наиболее перспективно применение пеностекла, важным преимуществом которого является его полностью неорганический состав, пожаробезопасность, устойчивость к действию микроорганизмов, высокая химическая стойкость, влагостойкость. Однако, пеностекло остается сравнительно дорогостоящим материалом, поскольку основной вклад в его себестоимость вносит специально

синтезируемый на ОАО «Гомельстекло» стеклогранулята, обеспечивающий постоянство состава и высокое качество пеностекла.

Одним из путей снижения себестоимости исходных сырьевых смесей является использование в пеностекляной композиции менее дорогостоящего сырья. В этом отношении представляет интерес исследование возможности частичной замены стеклогранулята некондиционными отсевами производства дорожного щебня РУПП «Гранит» (Микашевичи), представляющими собой смесь гранитоидных пород, в химический состав которых входят практически все основные компоненты стеклогранулята, что обеспечивает химическое сродство между стеклогранулятом и гранотсевами.

Проблема использования отходов производства дорожного щебня является в настоящее время особенно актуальной. При производительности до 7 млн. м³ щебня и 2 млн. м³ песка в год количество некондиционных отсевов составляет более 1 млн.м³.

Экспериментальные композиции содержали, мас. %: стеклогранулята 95–80; токомолотые гранитоидные отсевы 5–20; уголь (антрацит) 1,3–1,7 сверх 100. Основные характеристики и показатели свойств пеностекла оптимальных составов приведены в таблице.

Показатели свойств	95/5	90/10
Температура вспенивания, °С	850	850
Время вспенивания, мин	20	20
Количество вспенивателя, %	1,5	1,5
Объемная масса, кг/м ³	140	145
Теплопроводность, Вт/(м·К)	0,071	0,069
Прочность при сжатии, МПа	0,78	0,63
Пористость, %	94,5	94,4
Водопоглощение, %	2,65	3,37

Опытно–промышленные испытания в условиях ОАО «Гомельстекло» показали перспективность замены 5–10% стеклогранулята отсевами гранитоидных пород, что позволит получить экономический эффект до 100–200 млн. руб. в год.

HEAT-INSULATING GLASS FOAM ON THE BASIS OF MIKASHEVICHSKY DEPOSITS ROCK

Abstract: Glass foam ram composition, wich include of fine quenched cullet and granitoids in proportion 95–90/5–10 mas.% are developed. Heat-insulating glass foam have a complex of necessary service data. Use of outside of granitoids will allow to receive saving rate till 100–200 million rbl. at year.

**В.И. Башмаков¹, Т.С. Чикова¹, М.И. Игнатовский², С.Д. Лещик¹,
П.А. Ховатов¹**

¹ УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Беларусь,
² ГНУ «Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения НАН Беларуси»,
Беларусь,

ИЗУЧЕНИЕ ДВОЙНИКОВЫХ ГРАНИЦ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МОНОКРИСТАЛЛАХ МЕТОДОМ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ

Создание материалов с заданными свойствами всегда являлось перспективным направлением в машино– и приборостроении, химической промышленности и ядерной технике. Одним из технологически важных ресурсов целенаправленного изменения физических и механических свойств материалов, который в настоящее время используется крайне ограниченно, является программируемое воздействие на элементы двойниковой структуры кристаллов, как, например, в материалах с эффектом памяти формы или в традиционных и высокотемпературных сверхпроводниках. Механическое двойникование – неотъемлемый вид деформации многих конструкционных материалов. Проявлению двойниковой перестройки структуры способствуют динамические нагрузки и низкие температуры деформирования.

В работе изучены деформационные двойники, полученные путем индентирования плоскости спайности монокристалла цинка четырёхгранной алмазной пирамидкой по методу Виккерса на микротвердомере ПМТ–3М с нагрузками 2,5; 5; 10; 20; 30; 40 и 50 Г в течение 10 секунд.

Полученные отпечатки и образовавшиеся вокруг них деформационные двойники исследовались с помощью атомно–силового микроскопа (АСМ) «NT–206» в статическом режиме сканирования кремниевыми кантилеверами CSC12/15. К особенностям методики АСМ сканирования, применяемой для изучения отпечатков индентора, относятся необходимость точного позиционирования зонда над единичными элементами поверхности, не являющимися частью регулярной текстуры, а также трудности одновременного захвата как апертурой окна, так и высотным диапазоном исследуемых поверхностных образований в связи с их значительными размерами. С целью правильного выбора нужного отпечатка для АСМ–исследования и точного позиционирования использовали оптический микроскоп.

Сделана оценка высоты ступени на границе двойниковой прослойки и угла ориентации выявленного рельефа поверхности от места зарождения двойника до вершины клина. Установлено, что границы двойника топографически неравноценны: на одной стороне склон более пологий, чем на

другой, причём, рядом с границей, имеющий больший угол наклона, обычно располагается впадина с глубиной, составляющей порядка 25% от максимальной высоты ступени.

Таким образом, комплексный метод исследования, включающий в себя микроиндентирование и применение атомно–силовой микроскопии дают возможность получать исчерпывающую количественную информацию о скоплениях двойникоующих дислокаций, реализующих процесс деформационного двойникования, и изучать эволюцию дислокационных ансамблей при разного рода внешних воздействиях.

STUDY OF TWIN BOUNDARIES IN METAL SINGLE CRYSTALS USING THE ATOMIC-POWERED MICROSCOPY METHOD

Abstract: The complex research technique including a microdimpling and application of an atomic–powered microscopy enable to receive the comprehensive quantitative information on clumps of the twinning dislocations which are implementing a process straining twinning, and to study evolution of dislocation bands at a miscellaneous stem external actions.

Н.Х. Белоус , В.Д. Кошевар, С.П. Родцевич , В.В. Тавгень

ГНУ « Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси». Беларусь.

КОМПЛЕКСНАЯ ГИДРОФОБНО-ПЛАСТИФИЦИРУЮЩАЯ ДОБАВКА ДЛЯ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ

Характерной особенностью современной строительной технологии является широкое использование комплексных химических добавок, среди которых важное место занимают гидрофобно–пластифицирующие добавки, функции которых связаны со снижением водопотребности, повышением удобоукладываемости бетонных смесей, увеличением водостойкости, морозостойкости и прочности полученных бетонов.

В последнее время в составах таких добавок широко используются отходы масложировой промышленности, которые доступны, дешевы и безопасны для человека. В Республике Беларусь имеется широкая сырьевая база для производства гидрофобно-пластифицирующих добавок, одним из источников которых может являться развивающееся в республике производство дизельного топлива из рапсового масла.

Комплексная гидрофобно-пластифицирующая добавка в виде водоразбавляемой эмульсии была получена при совмещении гидрофобной составляющей, полученной из рапсового масла, гидрофильного микропенообразующего модифицированного третичного амина, эмульгатора и

солей – ускорителей твердения бетонов. Было исследовано взаимодействие гидрофобной и гидрофильной составляющих добавки и установлено, что процесс их взаимодействия протекает по карбонильным группам гидрофобной составляющей и семиполярной связи гидрофильного компонента.

Комплексная добавка вводилась в цементное тесто, а также в растворные и бетонные смеси с различным содержанием портландцемента. Было установлено, что присутствие комплексной добавки в портландцементных системах оказывает влияние на величину электрофоретической подвижности частиц портландцемента и приводит к изменению знака их потенциала.

Введение добавки в цементное тесто оказывает влияние на его реологические свойства – уменьшает предел текучести, напряжение сдвига и динамическую вязкость.

Использование комплексной добавки обеспечивает улучшение удобоукладываемости и сохраняемости портландцементных растворных и бетонных смесей, а также хорошие прочностные характеристики полученных бетонов на всех стадиях их твердения.

COMPLEX HYDROPHOBNO-PLASTIFICISED ADDITION FOR THE PORTLAND CEMENT SYSTEMS

Abstract: Complex hydrophobno-plastificised addition for the portland cement systems was got as water deluting emulsion. A rapeseed oil was used for the receipt of hydrophobic component of addition. Influence of addition on reological and mechanical properties of concrete mixtures, build solutions and concretes was investigated.

**Т.В. Беседина, С.М. Зейфман, В.Н. Мазовка, М.М. Пикус,
В.Н. Степаненко, Е.А. Телущенко, Н.В. Терешко, А.П. Якушев**

ГНУ «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» НАН
Беларуси, Беларусь, e-mail: tereshko@bk.ru

РАЗРАБОТКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУШПАЛ ТЕРМОПЛАСТКОМПОЗИТНЫХ ИЗ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ РЕЛЬСОВЫХ ПУТЕЙ

Проблема утилизации полимерных отходов остается актуальной с годами. Накопление полимерных отходов вызывает серьезную экологическую угрозу, так как в естественных условиях их разложение происходит в течение 40 – 50 лет.

Как показали исследования, вторичные полимеры целесообразно использовать в составе композитных материалов различного назначения. В настоящей работе представлена возможность применения термопласткомпозитных материалов на основе вторичных полимеров для изготовления полушпал для подземных рельсовых путей.

Традиционно, в качестве подрельсового основания пути применяются деревянные шпалы. Они имеют ряд недостатков: мягкость, подверженность гниению, горючесть, короткий срок службы. Вырубка лесов для изготовления шпал и использование для их пропитки антисептиков наносят большой экологический вред. Использование железобетонных шпал создает повышенный уровень шума и вибрации, приводит к повышению электропроводимости. Применение полушпал из термопласткомпозитных материалов позволяет избежать вышеупомянутых недостатков.

В ходе экспериментальных исследований был найден оптимальный состав термопласткомпозита на основе полиэтилена высокой плотности (ПЭВП) и песка. По разработанной авторами технологии изготовлены стандартные образцы и проведены их испытания на ударную вязкость, прочность при растяжении, прочность при изгибе и прочность при сжатии – основные физико-механические показатели, характеризующие качество материала для полушпал. Анализ результатов показал, что оптимальными свойствами обладает композиция, состоящая из 30 – 35% масс полиэтилена и 70 – 65 % масс песка. Опытным путем подобраны температуры предварительного разогрева наполнителя, связующего и смесителя и конечная температура песчано-полимерной смеси, в результате чего была сведена к минимуму термоокислительная деструкция полимерного связующего. При 200°С время получения однородной смеси не превышало 2 минуты.

В ходе проведения всех необходимых видов нормативных испытаний было установлено, что полушпалы могут быть уложены на подземных рельсовых путях метрополитена взамен деревянных, чем достигается значительный экономический эффект и увеличение срока службы подрельсового основания пути до 50 лет.

DEVELOPMENT OF RESOURCE SAVING TECHNOLOGY TO MANUFACTURE OF THERMOPLASTCOMPOSIT CROSS TIES FROM SECONDARY RAW MATERIALS FOR UNDERGROUND RAILWAY LINES

Abstract: in the present work it is offered to use thermoplastcomposit materials on the basis of a waste of polyethylene for manufacture of cross ties for underground.

**Т.В. Беседина, С.М. Зейфман, В.Н. Мазовка, М.М. Пикус,
В.Н. Степаненко, Е.А. Телушенко, Н.В. Терешко, А.П. Якушев**

РАЗРАБОТКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕРМОПЛАСТКОМПОЗИТНЫХ ПЛИТ ДЛЯ СВИНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

В настоящей работе предлагается использовать термопласткомпозитные материалы на основе отходов полиэтилена высокой плотности (ПЭВП) для производства греющих плит для свиноводческих комплексов.

Терморежим содержания поросят предусматривает локальный подогрев бокса поросят до $39 \pm 2^\circ\text{C}$. В настоящее время данная проблема решается с использованием греющих ламп ИКЗ-250. Мощность такой лампы составляет 250 ватт. Кроме того, постоянная влажность и агрессивная среда в боксах свинокомплексов зачастую приводит к случайному короткому замыканию и к гибели животных. Замена энергозатратных электрических нагревателей на греющие плиты из термопласткомпозита, где в качестве энергоносителя используется вода, позволит решить как проблему утилизации полимерных отходов региона, так и проблемы безопасности и экономии энергии.

По имеющимся данным в Республике Беларусь насчитывается около 110 свиноводческих комплексов с фактическим наличием 1700 тыс. животных, в том числе 120 тыс. свиноматок. Следовательно, потребность греющих плит на данный момент составляет примерно 120 тыс. штук.

Использование плит с обогревом горячей водой обеспечит получение значительного экономического эффекта как по сравнению с ламповым обогревом, так и по сравнению с импортными греющими ковриками и плитами, обогреваемыми при помощи электронагрева. Импортный греющий коврик, при той же мощности, более чем в 5 раз дороже разработанной греющей плиты, и уступает ей по химической стойкости. что можно избежать при использовании водяного нагрева.

Предлагаемая греющая плита представляет собой герметичное изделие, изготовленное из термопласткомпозита, внутри которого организован проток нагретой воды. В ходе экспериментальных исследований были определены основные технические показатели греющей плиты из термопласткомпозита: греющий элемент – горячая вода; температура на лицевой поверхности коврика $+ 40^\circ\text{C}$; вес – 34 кг; габариты – 1159 x 500 x 50 мм; истираемость – $0,2 \text{ г/см}^2$; коэффициент химической стойкости 0,75 – 0,8.

Высокое эксплуатационное качество, экологичность и химическая стойкость термопласткомпозитного материала обеспечивают эффективность его применения для греющих плит в животноводстве.

DEVELOPMENT OF ENERGY AND RESOURCE SAVING TECHNOLOGY

TO MANUFACTURE THERMOPLASTCOMPOSIT PLATE FOR PIG-BREEDING COMPLEXES

Abstract: in the present work the problem of recycling of secondary polymers is offered to be solved by their processing in products from thermoplastcomposit. In particular, for manufacture of the thermoplastcomposit plates warmed with water, for pig-breeding complexes.

В.А. Бирюк, О.Н. Цымбалюк

УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь,
e-mail: keramika@bstu.unibel.by

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ $\text{FeO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$

Современный технический уровень промышленных машин, теплотехнических агрегатов и устройств в значительной мере определяется характеристиками материалов, среди которых большая роль принадлежит технической керамике, обеспечивающей высокие электроизолирующие и теплофизические характеристики.

Для керамики, эксплуатируемой при высоких температурах особенно важны термические свойства, которые предопределяют способность материала противостоять резким изменениям температуры и характеризуются пониженными значениями коэффициента температурного линейного расширения (ТКЛР).

В настоящее время основное внимание уделяется синтезу и исследованию термостойких керамических материалов на основе кордиерита $\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ и муллита $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$, температура синтеза которых достигает 1400 °С.

Целью настоящей работы является синтез и исследование термостойких керамических материалов на основе системы $\text{FeO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, изучение свойств составов, лежащих в поле кристаллизации малорасширяющейся фазы феррокордиерита, обладающей низкими значением ТКЛР и пониженной температурой синтеза.

В основу эксперимента положено исследование области малорасширяющегося кордиерита системы $\text{FeO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$. Для исследования были выбраны следующие сырьевые материалы: огнеупорная глина – кварцевый песок – оксид железа (II). Опытные массы включали компоненты в следующем соотношении мас. %: глина Гранитик-Веско от 40 до 70, песок кварцевый от 18 до 51, оксид железа (II) от 10 до 40.

Исследования показали, что наилучшими характеристиками обладают образцы, обожженные при температуре 1150 °С. При повышении температуры обжига, наблюдается снижение ТКЛР, что обусловлено более интенсивным выделением малорасширяющейся кристаллической фазы феррокордиерита $2\text{FeO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$. Было установлено, что с повышением содержания FeO, значения ТКЛР уменьшается до $(5-7) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Увеличение температуры синтеза от 1050 до 1150 °С приводит к снижению водопоглощения с 5,56 до 1,43 %, открытой пористости от 14,23 до 1,96 % и повышению кажущейся плотности от 2560 до 2770 кг/м³.

В отличие от кордиеритовой керамики $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, (легкоплавкая эвтектика образуется только при температуре 1345 °С) в керамике на основе феррокордиерита наблюдается интенсивное спекание материала уже при температуре 1150 °С.

Изделия из полученного керамического материала могут найти применение в качестве футеровки печей сопротивления, а также в качестве теплоизоляционного материала для индукционных теплотехнических агрегатах.

ENERGY SAVING TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF CERAMIC MATERIALS FOR
TECHNICAL CERAMICS ON THE BASE
OF SYSTEM $\text{FeO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$

Abstract: Synthesis of heat resistant materials on the base of system $\text{FeO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ has been carried out, properties of composition laid in the field of crystallization of low-expanded phase ferrocordierite have been investigated. Synthesized ceramic material possesses high stability and heat-insulated properties, it has low synthesis temperature (1150 °С) and low coefficient of linear expansion $(5-7) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ with comparison with traditional ceramics. Synthesized ceramic material can be used as furnace lining and also as heat-insulated material for induction furnace.

В.А. Богуш¹, С.Э. Саванович², А.Б. Давыдов², Н.Г. Дубовик³

¹Академия управления при Президенте Республики Беларусь,

²УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»,
Беларусь, e-mail: savanovich-69.69@mail.ru

³УО «Минский государственный высший радиотехнический колледж», Беларусь

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РАДИОПОГЛОЩАЮЩИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВОЛОКОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В СВЧ ДИАПАЗОНЕ

Воздействие электромагнитного излучения (ЭМИ) на организм человека стало неизбежным фактором технического прогресса, широкого применения телевидения и радиовещания, радиосвязи и радиолокации, использования сверхвысокочастотных (СВЧ) излучающих приборов и технологий и т.п. Наиболее чувствительными к воздействию ЭМИ являются нервная и сердечно-сосудистая система. ЭМИ вызывают изменения кроветворения, нарушения со стороны эндокринной системы, метаболических процессов, заболевания органов зрения. В последние годы появляются сообщения о возможности индукции ЭМИ злокачественных заболеваний. Еще немногочисленные данные все же говорят, что наибольшее число случаев приходится на опухоли кроветворных тканей и на лейкоз в частности, развитие раковых заболеваний. Самые опасные поля – это ЭМИ СВЧ диапазона. Сантиметровые и миллиметровые волны действуют на кожу, а дециметровые, проникая на глубину 10–15 см, уже напрямую воздействуют на внутренние органы.

Поэтому в последнее время все более разрабатывается комплекс мер по устранению отрицательного влияния ЭМИ на организм человека. Одним из наиболее эффективных средств защиты являются радиопоглощающие материалы различных типов. Исследования и разработки радиопоглощающих материалов (РПМ) невозможны без разработки и использования достоверных методов измерения их параметров.

Целью данной работы является разработка методики оценки поглощающих свойств РПМ и ее апробация.

Исследования параметров РПМ связаны с измерением эффективности экранирования, которая численно определяется коэффициентом ослабления энергии электромагнитных излучений и коэффициентом отражения электромагнитных волн от исследуемого образца. Оценку величины отражаемой энергии определяет коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН). Нами предложен метод определения поглощающих свойств композиционных волоконных РПМ на основе сравнения значений диэлектрической проницаемости исследуемого влагосодержащего образца в двух частотных диапазонах: ВЧ и СВЧ. В СВЧ диапазоне диэлектрическая проницаемость образца определяется по существующим для этого диапазона методикам. В ВЧ диапазоне в качестве оборудования для исследования диэлектрических свойств влагосодержащего композиционного волоконного РПМ используется генератор ВЧ и мост переменного тока Уитсона. Из условия равновесия моста определяется значение емкости исследуемого образца.

Расчетным путем находим значения диэлектрической проницаемости в рассматриваемых диапазонах и строим график зависимостей.

На основании полученного графика для определенной группы образцов можно судить о поглощающих свойствах исследуемого материала, не прибегая к сложным и длительным измерениям в СВЧ диапазоне.

К достоинствам предложенного нами метода можно отнести следующее:

- возможность отбраковки радиопоглощающих композиционных материалов на стадии разработки;
- использование в качестве экспресс метода для определения поглощающих свойств композиционных материалов в полевых условиях, в частности, создания компактного носимого устройства, позволяющего в полевых условиях оперативно произвести отбор местных природных и иных материалов для организации укрытия населения и техники от ЭМИ в СВЧ диапазоне.

METHODS OF MEASUREMENT OF PARAMETERS RADIOABSORBING THE COMPOSITE FIBER MATERIALS USED FOR PROTECTION OF THE POPULATION FROM ELECTROMAGNETIC RADIATIONS IN THE MICROWAVE THE RANGE

Abstract: The method of definition of absorbing properties of composite fiber radioabsorbing materials on the basis of comparison of values of dielectric permeability investigated containing a moisture the sample in two frequency ranges is offered: high frequency and the microwave. in the microwave a range dielectric permeability of the sample is defined by techniques existing for this range. In a range of high frequency for research of dielectric properties влагосодержащего a composite fiber radioabsorbing material the generator of high frequency and the bridge of alternating current Witson is used. From a condition of balance of the bridge value of capacity of the investigated sample is defined. Settlement by we find values of dielectric permeability in considered ranges. On the basis of the received schedule for the certain group of samples it is possible to judge absorbing properties of an investigated material, not resorting to complex and long measurements in the microwave a range.

К.А. Бондарев, М.А. Киркор

УО «Могилевский государственный университет продовольствия», Беларусь,
е – mail: mti@mogilev.by

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ ЛИГНИНА

Переработка вторичных ресурсов на топливо является как никогда актуальной задачей, обеспечивающей устойчивое развитие экономики. Одним из наиболее перспективных отходов производств, пригодных для

использования в качестве топлива, является лигнин. Значительные количества технического лигнина образуются на гидролизных заводах при гидролизе древесины кислотами. Такой, предварительно высушенный, лигнин используется для изготовления разнообразных прессованных изделий, газогенераторных брикетов, активированных углей, синтетических смол и пластических масс.

В рамках одного из этапов выполнения фундаментальных научных исследований по актуальной для Могилевской области тематике проводились эксперименты по сушки лигнина. Для этого на кафедре «Прикладная механика» УО «МГУП» были разработаны установки с естественной и принудительной циркуляцией сушильного агента. При проведении экспериментов изменялись значения начальной влажности материала от 40 до 60%, а также линейные размеры и геометрические формы образцов. На основе полученных данных были построены кривые сушки, кривые скорости сушки, а также установлено, что величина коэффициента влагообмена изменяется прямо пропорционально влажности материала и обратно пропорциональна температуре сушильного агента. При математической обработке полученных кривых сушки установлены эмпирические зависимости, учитывающие влияние начальной влажности образца и времени сушки, которые описывают данные кривые с достаточной степенью точности.

В результате опытов установлено, что для достижения конечной влажности материала (5 – 10%) при температуре сушильного агента 95 – 105°C длительность процесса составляет 140 – 160 мин, а температура внутри образца достигает порядка 80°C. Кроме того, скорость сушки в зависимости от условий проведения процесса лежала в пределах 0,2 – 1% в минуту.

В заключении следует отметить, что полученные экспериментальные данные легли в основу расчета ленточной сушилки для лигнина производительностью 5 т/ч по высушенному материалу.

RESEARCH OF PROCESSES DRYING OF LIGNIN

Abstract: In work results of experimental researches of process of drying of lignin in installations with natural and compulsory circulation drying agent are presented at various values of initial humidity of an initial material, and also different geometrical parametres of investigated samples.

Л.И. Бурдовицына

ГНУ «Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси», Беларусь,
e-mail: secretar@igic.bas-net.by

РЕГУЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРИЗОВАННЫХ БЕТОНОВ С ПОМОЩЬЮ ПАВ

Одним из приоритетных направлений в строительной индустрии в настоящее время является применение различных химических добавок, в частности, поверхностно-активных веществ (ПАВ). Особенно актуальна эта проблема в производстве поризованных бетонов

В связи с этим, проведены исследования влияния различных побочных продуктов химических производств (ПО «Азот», ПО «Полимир»), обладающих воздухововлекающими и пенообразующими свойствами, на вспучивание отверждающихся минеральных суспензий. Пенообразующая способность технических ПАВ и их композиций мало изучена, что затрудняет более рациональное использование реагентов для практических целей. Показано, что в бинарных смесях ПАВ высокие физико-химические характеристики пенных составов достигаются при определенном соотношении компонентов. Причем, применение побочных продуктов производства в составе пенообразователей позволяет сократить расход дефицитных товарных ПАВ на 40–50 % при значительном улучшении их технологических свойств.

Изучено влияние исследованных пенообразователей на вспучивание отверждающихся минеральных суспензий на основе цемента и извести. Показано, что при введении небольших количеств пенообразователей оптимального состава наблюдается стабилизация газовых пузырьков молекулами ПАВ.

Проведены комплексные исследования по влиянию пенообразователей различного состава на структурно-механические свойства отверждающихся минеральных суспензий.

Показано, что введение пенообразователей в зависимости от их расхода по-разному влияют на подвижность отверждающихся минеральных суспензий, но в большинстве случаев обладают разжижающим эффектом.

Наработаны опытные партии пенообразователей. Проведены их опытно-промышленные испытания на предприятиях по производству ячеистых бетонов. Выпущены опытные партии поризованных бетонов.

THE REGULATION OF STRUCTURE-MECHANICAL PROPERTIES OF PORE-FORMING CONCRETE WITH ASSISTANCE SAS

Abstract: It was shown that foaming agents can be used in producing of foam-gas concretes. The usage of these agents allows to reduce the aluminium powder consumption by 15–20 %.

К. Гарбала, А. Патэюк

Белостокский Политехнический Институт, Польша

ПОВЫШЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ СВОЙСТВ ВЕТРЯНЫХ ТУРБИН ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В последнем десятилетии наблюдается заметный рост получения энергии за счет возобновляемых источников. Большую известность наряду с остальными приобретает выработка энергии на ветряных электростанциях и турбинах. В этой связи отмечается возрастающая роль использования ветроэнергетики в частных домашних хозяйствах – как дополнительного экологического источника энергии. Для этих целей наряду с прочими подходят малые ветряные турбины с отвесной осью вращения. К их достоинствам по сравнению с традиционными ветряными электростанциями, относится то, что турбина размещается относительно прямой стройкой. Еще одним преимуществом является установка турбины против ветра, что в последствии гарантирует лучшее использование энергии ветра в застроенной местности. Принимая во внимание тот факт, что эти турбины можно с лёгкостью монтировать на крышах коттеджей, можно ожидать их широкого практического применения.

Авторы провели анализ условий работы и требований к установке современных конструкций ветряных турбин. Установлено, что благодаря применению композитных материалов при строительстве ветряных турбин с отвесной осью вращения, удастся увеличить их производительность на 3–5 %, по сравнению с аналогичными конструкциями, выполненными из традиционных материалов. Проведённые тесты показали, что возможно выполнение из композитных материалов всех элементов, которые во время работы ветряной турбины выполняют вращательное движение – например, лопастей и оси рабочего колеса. Можно также успешно изготавливать из композитных материалов и рамы ветряных турбин, однако в этом случае существенного улучшения работы турбины не наблюдается.

**USEFUL PROPERTIES OF WIND TURBINES INCREASING THROUGH
COMPOSITION MATERIALS APPLICATION**

Abstract: Writers have conducted the analysis of working conditions and requests to installation of the modern designs of wind turbines. It is established, that due to application of composite materials at construction of wind turbines with a vertical fulcrum pin, it is possible to increase their productivity at 3–5 %, as contrasted to the analogous designs plump from traditional materials.

С.А. Герасименко

ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН
Беларуси», Беларусь, e-mail: mpri@mail.ru

ПОЛУЧЕНИЕ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ПЛАСТМАССОВЫХ ИЗДЕЛИЙ ПО ЭКСТРУЗИОННО-ПРЕССОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

В последние годы быстрыми темпами осваиваются новые технологии получения крупногабаритных пластмассовых изделий. К их числу относятся, например технологии, основанные на использовании компаундирующих литьевых машин, полимеризации новых типов мономеров в оформляющих полостях технологической оснастки, экструзионно–прессовая технология (ЭПТ).

С точки зрения реальных возможностей использования вторичного полимерного сырья наиболее широкие перспективы практического применения имеет ЭПТ. При реализации данной технологии доза полимерного расплава подготавливается (пластицируется) в материальном цилиндре экструдера, выдавливается в оформляющую полость матрицы и запрессовывается в нее пуансоном.

Несмотря на быстрое развитие техники ЭПТ, включая создание автоматизированных перерабатывающих комплексов, решение возникающих материаловедческих задач сдерживает дальнейшее распространение технологии.

В данной работе приводятся результаты экспериментального изучения формуемости различных типов термопластичных полимеров (аморфных и частично-кристаллических термопластов, полимерных смесей и сплавов, включая вторичное сырье) при переработке в условиях характерных для ЭПТ. Определены фундаментальные зависимости формуемости от реологических свойств расплавов перерабатываемых материалов и важнейших технологических параметров. Показано отсутствие прямой корреляции между вязкостью полимерного расплава и формуемостью. Определены пути управления формуемостью для смесей полиолефинов (ПО), отличающихся теплофизическими и реологическими свойствами. Показано, что малые добавки высокоиндексного ПО с пониженной температурой кристаллизации могут приводить к улучшению формуемости смесевых композиций при варьировании значений температуры расплава в широком интервале.

RECEPTION OF LARGE-SIZED PLASTIC PRODUCTS ON EXTRUSION-PRESSING TECHNOLOGIES WITH USE OF SECONDARY RAW MATERIALS

Abstract: In this work the results of experimental studying formability of various types of thermoplastic polymers (amorphous and partially-crystal thermoplastic material, polymeric mixes and alloys, including secondary raw materials) are resulted at processing in the conditions that are typical for extrusion-pressing technologies.

А.И. Глоба, Э.Т. Крутько, Т.А. Жарская

УО «Белорусский государственный технологический университет»,
Беларусь, e-mail: Orion-2308@yandex.ru

ХИМИЧЕСКАЯ ИМИДИЗАЦИЯ ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИХ ИМИДОСОДЕРЖАЩИХ КОМПОЗИЦИЙ

Основными недостатками ароматических полиимидов, получаемых двухстадийным методом, как материалов, широко используемых в самых различных отраслях, является большое энергопотребление при проведении реакции твердофазной имидизации форполимера и высокая вероятность деградации свойств материалов, особенно полупроводников, при создании на них полиимидных слоев различного функционального назначения.

Цель настоящего исследования – изучение возможности получения полиимидных пленкообразующих композиций химической имидизацией модифицированных ароматических полиамидокислот (ПАК). В качестве модификаторов форполимера –

4,4'-дифенилоксидпиромеллитамидокислоты – в данной работе использована олигоамидокислота, полученная взаимодействием

4,4'-диаминодифенилоксида с 4,8-дифенил-1,5-дiazобикарбон-3,3,0'-октан-2,3,5,6-тетракарбоновой кислоты. Превращение форполимера в полиимид проводили выдержкой пленок, полученных поливом раствора композиции в диметилформамиде на стеклянные подложки и последующей сушкой при температуре 70–75°C, в имидизирующем составе, содержащем взятые в определенном соотношении уксусный ангидрид, бензол и 4,4'-бис(диметиламино)бензофенон.

Для изучения процесса имидизации синтезированных полиимидных композиций использована ИК-спектроскопия. Спектры поглощения тонких пленок (2,5–2,8 мкм) снимали на

Фурье-ИК-спектрометре Nicolet 7101. Кинетику процесса изучали по изменению интенсивности полос поглощения с максимумами 1780, 1380, 720

см⁻¹, соответствующих колебаниям пятичленных имидных циклов. Степень имидизации (i) определяли как отношение пропускания (%) пленки на полосе 1380 или 1780 см⁻¹, подвергнутой химической обработке в течение заданного времени, к пропусканию образца пленки, полностью имидизированного термической имидизацией путем ступенчатого прогрева до 300°C и выдержки при этой температуре в течение 15 мин.

Как показали результаты экспериментальных исследований, предельная степень имидизации модифицированной ПАК – 93% – достигается за 2,5 ч. При этом пленка, имидизированная химическим способом, в отличие от аналогичной пленки, полученной термической имидизацией, сохраняет свою растворимость в диметилформамиде.

CHEMICAL IMIDIZATION OF FILM-FORMING POLYIMIDE COMPOSITIONS

Abstract: It was described the results of the experimental investigation of synthesis of polyimide film-forming polyimide compositions by chemical imidization. As the experience implies, the maximum degree of imidization of modified PAA – 93% – reach from 2,5 h. Therewith chemical way of imidization permit to keep film solubility in the DMFA.

В.В. Горжанов¹, А.Н. Кашин², В.И. Темрук², Т.В. Соловьева¹

¹УО “Белорусский государственный технологический университет”, Беларусь

²ПУП «Бумажная фабрика» Департамента государственных знаков министерства
Финансов Республики Беларусь, Беларусь,

ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БУМАГИ ДЛЯ ПЕЧАТИ

Из всех технологических операций при производстве бумаги размол является наиболее энергоемким процессом – на эту технологическую операцию приходится 40 – 50% от общего расхода энергии. Назначение процесса размла – придать целлюлозному волокну определенные структуру и размеры по длине и толщине, сделать волокна гибкими и пластичными, сообщить им определенную степень гидратации. Это необходимо для того, чтобы обеспечить прочную связь между волокнами в бумажном листе, хорошее формование (просвет) и позволяет в широком интервале значений изменять многие свойства бумаги.

К факторам, определяющим процесс размла волокнистых материалов, его скорость, экономичность и направление относятся: продолжительность размла, удельное давление при размле, концентрация массы, вид

размалывающей гарнитуры, окружная скорость размалывающих органов, кислотность материалов, влияние гидрофильных добавок.

В настоящее время главными управляемыми факторами процесса являются первые два: время размола и удельное давление при размоле. Вспомогательным фактором является концентрация массы. Остальные факторы практически остаются постоянными, неуправляемыми.

Целью исследований было установление влияния окружной скорости размалывающих органов на направление и экономичность размола. Исследовалась композиция, состоящая из целлюлозы сульфатной (СФА) хвойной производства компании BOTNIA (Финляндия) и сульфатной лиственной производства компании ILIM PULP (Россия). В процессе исследований изменялась частота вращения двигателя мельницы от 800 до 2000 об/мин, а также доля лиственной целлюлозы в композиции. Лабораторные испытания показали, что наиболее целесообразно вести размол при невысоких значениях окружной скорости ротора мельницы. Такой режим размола позволяет получить массу с более однородным фракционным составом по волокну, а также снизить удельный расход электроэнергии на размол.

На основании полученных данных были проведены опытно-промышленные испытания по размолу на ПУП «Бумажная фабрика» Департамента государственных знаков министерства Финансов Республики Беларусь при производстве бумаги для печати. Результаты испытаний показали, что снижение окружной скорости ротора мельниц приводит к экономии электроэнергии на 40 – 50% по сравнению с существующим на предприятии режимом размола.

THE ECONOMY TO ELECTRIC POWERS AT PRODUCTION OF THE PAPER FOR PRINTING

Abstract: The Considered possibility of the reduction of the expenseses to electric powers on milling cellulose half-finished item in production of the paper for printing. It Is Installed that control such factor milling, as district velocity grinding organ allows to reduce the consuption to electric powers on 40 – 50% without deterioration of the features of the paper mass and factors quality papers.

Н.А. Горнаев, С.М. Евтеева, С.Ю. Андронов, А.С. Пыжов

Саратовский государственный технический университет, Россия,
e-mail: evteevasm@yandex.ru

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ ДОРОЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В Саратовском ГТУ (СГТУ) разрабатывается научное направление «Технология органоминеральных материалов с дисперсными вяжущими». Отличительная особенность технологии заключается в том, что при смешении холодных увлажненных минеральных составляющих с органическим вяжущим рабочей температуры, в объеме смеси происходит диспергирование вяжущего, образуется прямая медленнораспадающаяся эмульсия на твердом эмульгаторе, роль которого выполняют обычно применяемые минеральные порошки.

По сравнению с аналогичными материалами горячего приготовления технология является энергосберегающей, за счет исключения операций высушивания и нагрева минеральных составляющих; экологически безопасной, так как исключается выброс в атмосферу минеральной пыли, канцерогенных углеводородов, различных окислов; ресурсосберегающей, так как не требует предварительного производства эмульсий, из технологической линии исключается сушильный барабан, форсунка, топочное хозяйство, пылеуловительная установка, снижается металлоемкость АБЗ и др.

Частичная или полная замена щебня измельченным старым асфальтобетоном позволяет получать холодные регенерированные асфальтовые смеси. В результате замены некоторого количества минерального порошка цементом получается цементасфальтобетон. При полной замене минерального порошка цементом получается цементобетон с добавками органических вяжущих. Технология позволяет использовать в дисперсном состоянии широкий спектр органических вяжущих: нефтяные и сланцевые битумы, смолы, каменноугольные и другие виды дегтей и т. п.

Органоминеральные материалы с дисперсными органическими вяжущими целесообразно применять для строительства конструктивных слоев дорожных одежд и ямочного ремонта на дорогах всех технических категорий в III–V дорожно-климатических зонах. Суммарный технико-экономический эффект их применения составляет около 50% по сравнению с горячей технологией.

ENERGYSAVE, ECOLOGICAL SAFE AND RESOURCESAVE TECHNOLOGY OF
ORGANOMINERAL ROAD MATERIALS

Abstract: Technology of receipt organomineral materials is expounded on emulsions without application of emulsions. Emulsions on hard emulgators appear in mixtures in the process of mixing constituents.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛА В СРЕДСТВАХ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

В условиях мирового финансового кризиса экономия энергоресурсов как никогда ранее является актуальной. Для обеспечения конкурентоспособности и поддержания уровня продаж промышленные предприятия должны как можно более снижать издержки на производство продукции. Известно, что на сегодняшний день доля энергоносителей в себестоимости их продукции достигает 70-80%, что влечет за собой необходимость учета потребляемого количества энергии как в области горючих видов топлива, так и в области электроэнергетики.

Современные требования по энергосбережению предполагают расширенный контроль электроэнергии, который включает в себя учет количества потребленной электроэнергии у потребителя, в точках общего подключения (на распределительных щитах) с целью предотвращения хищения электроэнергии, а также контроль параметров качества электроэнергии (ПКЭ), которые в значительной степени влияют на энергосбережение, стабильность технологических процессов, надежность хранения информации.

Важное значение при этом имеет процесс удаленного мониторинга. Для его реализации необходимы технические и программные средства, включая измерительное, регистрирующее и передающее оборудование. Предпочтительным является вариант, когда все эти функции обеспечивает одно устройство. В настоящее время на рынке средств удаленного мониторинга имеется достаточное количество приборов для выполнения отдельных функций удаленного мониторинга. Однако, такие приборы выпускаемые зарубежными фирмами, как правило, не соответствуют ГОСТ 13109–97 имеют повышенную стоимость. Поэтому в иерархии средств для удаленного мониторинга определенную нишу может занять универсальное цифровое устройство предлагаемое авторами для использования в Республике Беларусь.

Структура такого устройства может включать: канал измерения, модуль обработки сигнала, модуль передачи данных на сервер.

Его техническая реализация может быть выполнена с помощью классических микроконтроллеров, но наилучшие результаты можно получить, используя специализированные процессоры, а именно процессоры цифровой

обработки сигнала (DSP–процессоры). Их применение позволяет достичь следующих преимуществ: повысить точность измерений, вычислений и объемов регистрируемой информации, упростить схемотехническую реализацию приборов, снизить массо–габаритные характеристики и энергопотребление прибора, упростить процесс программирования и отладки устройства, заимствовать алгоритмы ЦОС.

APPLICATION DIGITAL SIGNAL PROCESSING IN THE MEANS OF REMOTE MONITORING PARAMETERS OF ELECTRICITY SUPPLY NETS

Abstract: An approach to functional organization system of remote monitoring parameters of electricity supply nets were considered.

С.Н. Дакуко

ЗАО «Солигорский институт проблем ресурсосбережения с опытным производством»,
Беларусь, e-mail: ipr @ sipr. by

РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ОТРАБОТКИ КАЛИЙНЫХ ПЛАСТОВ СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Выполнены исследования по разработке ресурсосберегающих технологических схем отработки калийных пластов Старобинского месторождения с минимальными потерями полезного ископаемого и затратами на горно-подготовительные работы. Установлены закономерности влияния параметров бокового опорного давления и эксплуатационной трещиноватости на устойчивость подготовительных выработок, учет которых позволяет обеспечить удовлетворительное состояние охраняемой выработки на всем протяжении эксплуатации, а также закономерности влияния породной полосы на состояние целика полезного ископаемого, оставленного между выработкой и выработанным пространством лавы, учет которых позволяет уменьшить минимально допустимую ширину целика.

Разработана методика расчета размера зон повышенной нарушенности пласта полезного ископаемого и пород непосредственной кровли, позволяющая определить ширину оставляемого целика для охраны присечного штрека, отличительной особенностью которой является проведение присечного штрека за пределами зоны эксплуатационной трещиноватости, формирующийся от влияния на массив горных пород подготовительных и очистных работ. Разработана механико–математическая модель напряженно–деформированного состояния породного массива вокруг выработанного пространства лав различной длины, позволяющая оценить эффективность закладки выработанного пространства.

На основании результатов выполненных исследований предложены технологические схемы бесцеликовой выемки калийных пластов в основу которых положены принципы проведения и поддержания подготовительных выработок на границе с выработанным пространством, отличительной особенностью которых являются минимальные эксплуатационные потери полезного ископаемого во всех типовых условиях разработки Старобинского месторождения.

RESOURCE-SAVING TECHNOLOGICAL SYSTEMS OF WORKING OF POTASH SEAMS OF THE STAROBIN DEPOSIT

Abstract: The technological schemes of pillarless mining of the potash seams, which distinctive feature is low operational losses of a mineral in all typical conditions of mining of the Starobin deposit are developed.

Р.М. Долинская, Т.Д Свидерская, Е.И. Щербина

УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь,
e-mail: raisa_dolinskaya@mail.ru

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ЭЛАСТОМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ – ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Важной народнохозяйственной задачей Республики Беларусь является улучшение качества выпускаемых изделий с использованием энергосберегающих композиционных материалов. Одним из путей создания таких композиций является применение активных соединений в качестве ингредиентов эластомерных композиций, что приводит к повышению качества разнообразных резиновых изделий. Применение модифицирующих добавок весьма перспективно, в связи с тем, что позволяет заменить полностью или частично активные типы наполнителей на неактивные модифицированные минеральные наполнители. Такая замена позволит повысить тепло-, агрессивно-, огнестойкость вулканизатов. Кроме того, широко применяемые шинные резины (протекторные) приобретают высокое сопротивление порезам, проколу, раздиру, износу, что значительно продлевает срок службы изделий.

В связи с этим, целью данной работы является модификация каучуков или других ингредиентов эластомерных композиций силикатными соединениями с целью улучшения комплекса свойств эластомерных композиций. В качестве объектов исследования были выбраны эластомерные композиции на основе бутадиен–нитрильного каучука различных модификаций.

В результате проведенных исследований было показано, что введение силикатных соединений в эластомерные композиции на основе бутадиен-нитрильного каучука приводит к улучшению всего комплекса физико-механических свойств как для наполненных техническим углеродом, так и для наполненных белой сажей эластомерных композиций. Модифицирующее действие силикатных соединений, возможно, обусловлено взаимодействием функциональных групп соединений с активными функциональными группами каучука. Возможно, с повышением температуры происходит возрастание упорядоченности в системе каучук–модификатор из-за микрорасслоения. Этим можно объяснить возрастание физико-механических показателей композиций, особенно при их динамическом нагружении. Упорядоченные области могут выступать центрами, способствующими перераспределению возникающих в эластомерной системе напряжений. Проведенные исследования показали, что при изготовлении энергосберегающего композиционного материала можно использовать силикатные наполнители, что приводит к улучшению всего комплекса их физико-механических свойств.

MODIFIED ELASOMERICS COMPOSITIONS –ENERGY SAVING THE COMPOSITE MATERIAL

Abstract: In result of work it is established, that updating of a surface base silici–carbon connections allows to change their properties. The lead carried out researches have shown, that introduction modified silicate base results in improvement of all complex of physicomexanical properties as compositions filled with technical carbon, and compositions filled with white soot.

Р.М. Долинская, Т.Д. Свидерская, Е.И. Щербина

УО «Белорусский государственный технологический университет» Беларусь,
e-mail: raisa_dolinskaya@mail.ru

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШПИЦОВАННЫХ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Совершенствование сырьевой базы производства резинотехнических изделий (РТИ), освоение перспективных видов промышленных полимерных материалов и прогрессивных технологий изготовления РТИ позволит выпускать детали высокого качества, которые смогут длительно работать в жестких условиях эксплуатации при высоких температурах, давлении, динамических и статических нагрузках. Рецептурные разработки на основе новых полимерных материалов позволяют без изменения конструкции РТИ, а также технологических методов его изготовления достичь повышения ресурса

работы изделий в несколько раз. Поэтому в последние годы ведутся интенсивные разработки с целью замены традиционных каучуков в резинах, предназначенных для эксплуатации в условиях экстремальных нагрузок, на новые модифицированные типы каучуков специального назначения, в частности на этилен–пропиленовые каучуки (СКЭПТ). Следует отметить, что если во всех ведущих странах мира особенно быстрыми темпами растет производство СКЭПТ и эластомерных материалов на их основе, то страны СНГ не имеют до сих пор собственного производства СКЭПТ, а исследования по вопросам в области рецептуростроения, технологии переработки и эксплуатационных свойств эластомерных композиций на основе СКЭПТ фрагментарны и не носят системного характера.

В связи с изложенным актуальным является разработка эластомерных композиционных материалов резинотехнического назначения на базе СКЭПТ, изучение особенностей структуры и свойств, а также технологии их переработки.

В связи с этим, целью данной работы являлось изучение процесса изготовления эластомерной композиции для производства шприцованных резинотехнических изделий

В результате работы проведены исследования и изучены закономерности формирования трехмерной сетчатой структуры эластомерных композиций на основе этилен-пропиленового каучука в процессе вулканизации. Показано, что изменения в структуре образующейся сетки поперечных связей изменяют физико-механические свойства. На кинетику процесса вулканизации, на плотность поперечного сшивания эластомерных композиций оказывает влияние и температура вулканизации. Показано, что для достижения оптимума вулканизации резин на основе СКЭПТ достаточно проведения первой стадии вулканизации. Это позволяет при производстве резинотехнических изделий уменьшить производственный цикл, энергозатраты предприятия и снизить себестоимость продукции.

ENERGY SAVING THE MATERIAL FOR MANUFACTURING EXTRUDED MECHANICAL RUBBER OF PRODUCTS

Abstract: In work the researches connected to development of compoundings of rubber of materials on the basis of rubbers of special assignment for manufacturing extruded mechanical rubber goods. of products were carried spent. It is shown, that the best complex of physicommechanical parameters is reached achieved at use elastomeric compositions on a basis etilen-propilen rubber.

В.Л. Драгун, Н.И. Стетюкевич, В.Ф. Шевцов, М.В. Хилько

ТЕРМОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ ВОЛОКНИСТОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ МЕТОДОМ НАГРЕТОГО ЗОНДА

При исследовании анизотропии температурного поля на поверхности образцов стекловолоконистых теплоизоляционных материалов использовался контакт с нагретой контактной металлической поверхностью нагревателя *КН-400*. Выполнялись измерения температуры на поверхности образцов в процессе нагрева и последующего остывания. Для исследования температурных полей на поверхности образцов при тепловом нагружении использовались тепловизионные системы *IR SnapShot 525* и *ИРТИС-200*. Для обработки полученных данных использовалось программное обеспечение *SnapView* и *NewIRTIS* для автоматизации измерений и обработки характеристик температурного поля образцов в процессе термоиспытаний.

Анализ динамики остывания тканевых образцов после снятия теплового нагружения показывает, что вся тепловая энергия нагрева сосредоточена в локальной области. Это характерно для материалов с теплопроводностью $\lambda < 0,1$ Вт/(мК). Анализ термограмм поверхности образцов кремнеземной стеклоткани позволяет заключить, что они не имеют выраженной анизотропии теплопроводности в плоскости параллельной волокнам. Что касается стекловатных материалов, то здесь наблюдается ярко выраженная неоднородность теплопередачи, связанная с неоднородностью плотности материала по объему и хаотическим расположением волокон. При контакте образцов с нагретой до 300°C металлической поверхностью отмечены процессы деструкции добавочных компонентов. Из термограмм можно заключить, что для определения температуропроводности по скорости остывания образца необходимо использовать центральную область пятна нагрева, учитывая равномерность температурного поля по пятну нагрева и резко выраженную границу области нагрева.

Исследование теплового поля и динамики остывания образцов позволяет заключить, что вся тепловая энергия нагрева сосредоточена в области нагрева и при остывании остается в этой области, что характерно для всех образцов. Данные обстоятельства необходимо учитывать при измерении коэффициента теплопроводности классическими методами. На основе полученных данных предложен метод оценки температуропроводности по скорости остывания центральной области пятна нагрева.

THERMOGRAPHICAL RESEARCH OF HEAT-INSULATING FIBROUS DEFECTS BY THE HEATED PROBE METHOD

Abstract: The method of heat-insulating fibrous thermal structure research and a method of heat insulation thermal conductivity estimation by speed of cooling of the central area of a hot spot is offered and approved.

В.Л. Драгун, В.Ф. Шевцов, Н.И. Стетюкевич, М.В. Хилько

ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В.Лыкова НАН Беларуси», Беларусь, e-mail: shevcov@iaph.bas-net.by

РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ МЕТОДА СРАВНИТЕЛЬНЫХ ТЕРМОИСПЫТАНИЙ ВОЛОКНИСТОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛОВИЗОРА

Анализ временных зависимостей температуры поверхности образцов в процессе модельного нагрева двух образцов одновременно позволяет сравнивать теплозащитные характеристики различных образцов. Для сравнительных исследований применялась экспериментальная установка для термонагружения образцов волокнистых теплоизоляционных материалов и термографический метод. Подобный метод позволяет сравнить теплоизоляционные свойства любых двух теплоизоляционных материалов или сравнить теплоизоляционные свойства образца с эталонным материалом. В качестве эталонных материалов использовался теплоизолятор для футеровки нагревательных печей КТМ 1260 и стеклоткань с измеренными характеристиками. В процессе эксперимента на образцы, расположенные на стальной подложке подавался программируемый тепловой импульс мощностью 1400 Вт в течение 15 сек. Термографирование образцов начиналось по окончании действия теплового импульса. Таким образом обеспечивалась идентичность термонагружения образцов. Для исследования температурных полей на поверхности образцов при тепловом нагружении использовался тепловизор *ИРТИС-200*. Инфракрасный тепловизор *ИРТИС-200* предназначен для восстановления температурных полей на поверхности объектов по их собственному инфракрасному излучению и исследования во времени распределения температуры на поверхности материалов, крупногабаритных изделий и лабораторных образцов. Для обработки полученных данных использовалось программное обеспечение *NewIRTIS* для автоматизации измерений и обработки характеристик температурного поля образцов в процессе термоиспытаний. Результаты сравнительных термоиспытаний стекловатного образца согласно разработанной методике (образец сравнения теплозащитный материал КТМ 1260) свидетельствуют о лучших теплоизоляционных свойствах эталона.

Апробирован метод сравнительных испытаний температуропроводности волокнистых образцов с использованием тепловизора ИРТИС-200. Получены результаты сравнительных термоиспытаний стекловатного и стекловолоконных образцов с образцами сравнения.

DESIGN AND APPROBATION OF THE METHOD OF HEAT-INSULATING FIBROUS COMPARATIVE THERMOTESTS USING INTRA-RED IMAGING

Abstract: The method of comparative tests of fibrous samples heat conductivity using infra-red imaging IRTIS-200 is approved. Results of glass wool and glass fiber samples comparative thermotests with etalon samples are received.

В. И. Дубкова, Н.П. Крутько, В.А. Кукареко, Т.С. Минкевич

ГНУ « Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси», Беларусь,
e-mail: dubkova@igic.bas-net.by

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА, ВЫСОКОНАПОЛНЕННОГО АЛЮМИНИЙСОДЕРЖАЩИМИ УГЛЕРОДНЫМИ ВОЛОКНАМИ

Бурное развитие науки и техники выдвигает проблему создания новых типов полимерных материалов с комплексами свойств, которыми не обладают известные ныне пластики. Её можно решать с помощью модификации полимеров, под которой понимают способы регулирования их свойств в пределах, необходимых с точки зрения переработки и эксплуатации. Для термопластичных полимеров одним из способов модификации является увеличение степеней их наполнения функциональными ингредиентами. К тому же этот путь даёт возможность достижения значительного экономического эффекта за счёт снижения содержания в композиции дорогостоящей полимерной составляющей, приводящего, в свою очередь, к удешевлению готового продукта.

В данной работе представлены результаты исследований свойств полиметилметакрилата (ПММА) при всёвозрастающем в нём содержании (вплоть до 87 мас. %) алюминийсодержащих углеродных волокон (АІ–УВ). Композиции изготавливали по новому способу получения высоконаполненных термопластов, разработанному в ИОНХ НАН Беларуси. Изучали термические, электрофизические, физико–механические и триботехнические свойства получаемых композитов. Анализ результатов

полученных данных позволяет заключить, что полимерные композиции ПММА, высоконаполненные алюминийсодержащими УВ, обладают повышенными физико-механическими показателями свойств по сравнению с полимером ненаполненным: динамический модуль упругости композиций возрастает в 1,56–2,1 раза, твёрдость по Виккерсу – в 1,63 и 2,5 раз при наполнении ПММА Al–УВ на 50 и 80 мас. % соответственно. Температура стеклования полимера смещается в сторону увеличения на 10 – 17 °С и достигает 134 °С при наполнении его 70 мас. % Al –УВ. Наблюдаемое объясняется структурированием полимера на границе раздела фаз под влиянием активных металлосодержащих центров, равномерно распределённых по поверхности углеродного материала.

Разработанные составы композитов с высокими степенями наполнения (≥ 40 мас. %) являются проводниками электрического тока (ρ_v достигает 10^{-2} Ом·м) и относятся к антифрикционным материалам (коэффициентом трения при испытаниях без смазки 0,19–0,2). Проявляемые новые свойства композитов на основе ПММА и Al –УВ позволяют рассматривать их как перспективный материал функционального назначения для различных областей науки и техники: в воздушных и наземных транспортных средствах, электротехнике, радиоэлектронике и т. д.

ELECTRICAL AND TRIBOTECHNICAL PROPERTIES OF POLYMETHYL METHACRYLATE HIGH FILLED BY ALUMINIUM CONTAINING CARBON FIBERS

Abstract: Compositions on a basis of polymethyl methacrylate, high filled by aluminium containing a carbon with a degree of filling down to 87 weight % were developed and investigated. %. The composites developed possess of wear resistance and low friction coefficient.

В.И. Дубкова¹, Н.Х. Белоус¹, Н.П. Крутько¹, Н.А. Беясова²

¹ГНУ «Институт общей и неорганической химии НАНБеларуси», Беларусь,
e-mail: dubkova@igic.bas-net.by

²УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь

НОВЫЙ СПОСОБ ЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ И БЕТОНА ОТ БИОРАЗРУШЕНИЙ

Процесс биоповреждений представляет собой одно из звеньев естественного процесса кругооборота веществ в природе. С технологических позиций биоповреждение означает снижение экономической стоимости

материалов, вызываемых биологическими агентами. Без контроля за разрушительным действием микроорганизмов происходят недопустимые потери древесины, камня, кирпича, бетона и строений из них. Поэтому защита промышленных и бытовых изделий и сооружений, продление их сроков службы является одной из актуальнейших задач настоящего времени, особенно если учитывать прогрессирующий рост цен на сырьё и энергоносители.

В ИОНХ НАН Беларуси разработан новый способ защиты пористых материалов от биоразрушений, заключающийся в предварительной антисептической обработке дерева и бетона водными растворами кремнефтористоводородной кислоты или ее солей и последующее нанесение на высушенные поверхности покрытий на основе эпоксидного, битумного или эпоксидно-битумного связующего, в которое предварительно вводят биоцидные добавки. Первичная обработка поверхностей древесины и бетона разбавленными водными растворами кремнефтористоводородной кислоты или ее солей приводит к максимальной биостойкости (0 баллов) к древоразрушающему грибу *Coniophora puteana* и грибу *Aspergillus niger*, поражающему строительные конструкции. Обработка древесины растворами кремнефторидов понижает также скорость горения древесины. Последующее нанесение биостойких полимерных покрытий на обработанные поверхности обеспечивает надёжный барьер для выщелачивания биоцидных компонентов с поверхностей и увеличивает долговечность оборудования, конструкций, сооружений и изделий из дерева и бетона. Предложенный способ обработки может быть использован для предотвращения биоразрушений оборудования, конструкций и сооружений, эксплуатируемых в условиях повышенного содержания микроорганизмов, в строительной индустрии, деревообрабатывающей промышленности, сельскохозяйственной отрасли и других областях народного хозяйства.

NEW WAY OF PROTECTION OF WOOD AND CONCRETE FROM BIODESTRUCTIONS

Abstract: The new way of protection of the porous materials from the biodestructions, consisting in preliminary antiseptic processing of tree and concrete by water solutions of the silicon hydrogen fluoride acid or its salts and the subsequent application on the surfaces dried up of the coatings on a basis of the epoxy, bitumen or epoxy-bitumen binding in which the biocide additives are introduced preliminary.

В.П. Дубодел¹, Л.Н. Бакланенко¹, В.М. Шаповалов²

¹УО «Мозырский государственный педагогический университет
им. И.П.Шамякина», Беларусь

²ГНУ «Институт механики металлополимерных систем

РАЗРАБОТКА ЛАКОКРАСОЧНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА

Разработка технологий переработки утилизации нефтешлама, полученного при дренировании, пропарке нефтепроводов, емкостей и резервуаров является актуальной задачей, так как развивает направление, связанное с охраной окружающей среды и рациональным использованием вторичных ресурсов. Одним из таких направлений представляется использование нефтешламов при производстве лакокрасочных композиций, обеспечивающих замену дорогостоящих растворителей и удешевление продукции химической промышленности.

В качестве прототипа использовали Эмаль ПФ-14 тиксотропную, представляющую собой суспензию пигмента, бентонита и наполнителя в пентафталеовом лаке. Для решения поставленной задачи в исходную композицию в качестве разбавителя вводили отходы производства Мозырского нефтеперерабатывающего производства в составе нефтешлам + вода в соотношении 85:15 соответственно. Содержание разбавителя в композиции составляло 15–30 масс. %. Испытания проводили в соответствии с ГОСТами. Состав тщательно перемешивали и наносили на подготовленные пластинки кистью в один слой с последующей сушкой при температуре 20±2 °С в течение 24 часов.

В результате проведенных исследований показано, что содержание летучих веществ в эмали находится в пределах 60–70%, а продолжительность высыхания до степени 3 при 20°C составляет 24 часа. Внешний вид пленки эмали обладает ровной однородной глянцевой поверхностью с твердостью не менее 0,2 усл. ед. При этом прочность пленки при ударе находится в пределах 500 Н см, а изгиб пленки не превышает 1 мм. В целом все представленные показатели соответствуют требованиям ГОСТ 17537–72.

Таким образом, установлено, что замена уайт-спирита в составе лакокрасочной композиции на основе Эмали ПФ-14 отходами нефтепереработки в составе нефтешлам + вода, обеспечивает формирование исходного продукта с аналогичными физико-механическими характеристиками. При этом экономическая эффективность при производстве эмали без учета стоимости затрат на утилизацию отходов нефтешлама составит порядка 350 \$/тонну.

DEVELOPMENT OF PAINT-AND-VARNISH COMPOSITIONS BASED ON THE
WASTE PRODUCTS OF OIL REFINING MANUFACTURE

Abstract: It is established, that changing of white spirit in structure of a paint-and-varnish composition on the basis of the Enamel of the Bandpass filter – 14 by waste products of oil processing in structure a petroslime + water, ensures formation of a raw product with analogous physical-mechanical performances. Thus the economic efficiency by manufacture of an enamel disregarding cost of costs of waste utilization of a petroslime will make about 350 \$/ton.

С.А. Дубатовка, Л.И. Шашура

ГНУ «Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения
НАН Беларуси», Беларусь

ЭКСПРЕСС-МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ДЕМПФИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

Одной из важнейших механических характеристик материалов, в частности полимеров, влияющих на возможность их использования для тех или иных приложений, является их способность не только выдерживать ударное физическое воздействие, но и быстро и необратимо поглощать (рассеивать) механическую энергию.

Основным отличием ударных нагрузок от испытаний на растяжение или изгиб является гораздо более высокая скорость выделения энергии. Часто для оценки способности материала поглощать механическую энергию используют величину ударной вязкости. Однако испытания по известным методам (Изода, Шарпи, Гарднера) предусматривают разрушение или разрыв испытываемого образца при ударной нагрузке. В этой связи данные методы практически непригодны для исследования амортизирующих свойств упруго-деформируемых (эластичных) материалов. Существующие же методики определения динамических, вязкоупругих и релаксационных характеристик эластомеров при ударе технически сложны и дорогостоящи.

В Научно-исследовательском центре проблем ресурсосбережения НАН Беларуси разработано устройство для испытания материалов и изделий при высокоскоростном ударе твердым телом.

В большинстве известных методик исследований динамических характеристик материалов при ударе боек прибора совершает свободное падение. Принципиальным отличием в работе данного устройства является то, что его ударной поверхности (метаемому телу) механически придается определенное ускорение. Под испытываемым образцом помещается

измерительная пластина, изготовленная из пластически деформируемого материала.

A QUICK TEST FOR SHOCK-ABSORBING ABILITY OF MATERIALS AND FABRICS ESTIMATION

Abstract: Shock absorption and impact resistance are very important features of many kinds of materials, polymers in particular. Most of the known testing methods use pendulum impact testing machines of different modifications. The alternative methods, which allow to investigate dynamic, viscous–elastic, relaxation properties of polymers, demand complicated and expensive equipment. The paper presents simple quick test for materials shock-absorbing ability estimation.

Е. В. Дубоделова¹, Л. Ю. Дубовская²

¹УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь, e-mail: root@bstu.unibel.by

²УО «Белорусский государственный университет культуры и искусств», Беларусь, e-mail: buk@buk.by

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ МЯГКИХ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

Одной из важнейших народнохозяйственных задач является рациональное использование древесных ресурсов. Основными источниками экономии лесных материалов является максимальное использование отходов древесины для производства новых композиционных материалов. Из всех древесных отходов опилки отличаются массовостью выхода, однородностью по форме и размерам. Они как бы являются специально подготовленным полуфабрикатом для дальнейшего применения.

По нашему мнению, одним из рациональных способов утилизации опилок является использование их в качестве сырья для производства композиционных материалов на минеральном вяжущем. Относительно низкая стоимость древесных отходов, а также непрерывная возобновляемость древесных ресурсов обуславливают повышенный интерес к этим материалам. В качестве связующих для получения материалов на основе опилок могут служить различные минеральные вяжущие и, в частности, жидкое стекло, которое можно модифицировать с целью повышения его водостойкости и вяжущих свойств. В отличие от синтетических органических связующих минеральные вяжущие состоят из неорганического вещества и имеют более разнообразные свойства – прочность, огне– и биостойкость.

Разработан состав для получения теплоизоляционного материала на основе древесных частиц (опилок) и минерального вяжущего, которым является модифицированное жидкое натриевое стекло. В качестве древесного заполнителя были использованы опилки от лесопильной рамы фракцией 5/2 и влажностью $60\pm 10\%$.

Разработанный теплоизоляционный материал на основе модифицированного жидкого стекла может применяться в различных областях строительства: для изоляции междуэтажных перекрытий в каменных и деревянных зданиях, для устройства перегородок, изоляции кровли, стен и др. Учитывая высокую биостойкость полученного материала, его можно рекомендовать для теплоизоляции помещений животноводческого комплекса, имеющих, как правило, повышенную влажность и агрессивную среду.

THE RECEPTION COMPOSITE ON BASE OF SOFT WASTE WOOD

Abstract: Research results, which show the possibility of receiving composing material on the basis of soft woodwork waste and modified liquid glass, were presented in the work. Recommendations have been given concerning the application of composite on the basis of sawdust, liquid glass and modifier.

Е.В. Дубоделова¹, П.И. Письменский¹, В.В. Литвяк², Т.В. Соловьева¹

¹УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь,
e-mail: root@bstu.unibel.by

²ГНУ «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию», Беларусь

МОДИФИКАЦИИ КРАХМАЛОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Данная работа посвящена важной проблеме – получению экологически безопасных древесностружечных плит (ДСтП) с высокими физико-механическими показателями. Указанные свойства плит в основном определяются реакционной способностью связующего. При производстве ДСтП на предприятиях Республики Беларусь в этом качестве используют карбамидоформальдегидные смолы в виде олигомеров. Карбамидоформальдегидные олигомеры не обеспечивают древесностружечным плитам высокой прочности и водостойкости, обладают низкой гидролитической устойчивостью, что вызывает трудности в достижении экологической чистоты готовой продукции. Кроме того, производство древесностружечных плит требует значительного расхода карбамидоформальдегидных смол – до 12% к массе абсолютно сухой

древесины и для их синтеза требуется закупка за рубежом дорогостоящего и токсичного формалина, что не может не отразиться на стоимости получаемых плит.

Проведенные в лабораторных условиях кафедры химической переработки древесины БГТУ исследования показали, что совмещение модификаций крахмалосодержащих продуктов с карбамидоформальдегидными олигомерами позволяет устранить указанные недостатки связующего и сократить расход товарной смолы при изготовлении плит до 14%. При этом расход модифицированных крахмалосодержащих продуктов не превышает 6% к массе абсолютно сухой смолы.

Были использованы следующие модификации крахмалосодержащих продуктов:

1. Крахмал картофельный экструзионный и ферментированный;
2. Крахмал кукурузный экструзионный и ферментированный;
3. Смеси картофельного и кукурузного крахмалов экструзионных и ферментированных;
4. Мука ржаная экструзионная;
5. Крахмальная патока (карамельная).

Результаты испытаний древесностружечных плит на показатели качества подтвердили эффективность применения модифицированных крахмалосодержащих продуктов в составе связующего, т.к. полученные плиты характеризовались экологической чистотой (класс эмиссии E1) и высокими физико-механическими показателями.

THE MODIFICATIONS STARCH-CONTAINING PRODUCTS IN TECHNOLOGIES PARTICLE BOARD

Abstract: Research results, which show the efficiency of the using modifications starch-containing products in composition binding as particle board were characterized by the ecological purity (the class to emissions e1) and high physico-mechanical indices.

Е.М. Дятлова, Е.С. Какошко, Н.И. Парфимович

УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь,
e-mail: keramika@bstu.unibel.by

ТЕРМОСТОЙКИЙ КЕРАМИЧЕСКИЙ КИРПИЧ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО АЛЮМОСИЛИКАТНОГО СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В настоящее время актуальность проведения исследований заключается в необходимости создания новых кладочных термостойких материалов для бытовых печей на основе отечественного сырья, которые ранее в Республике Беларусь не выпускались.

Опытные образцы термостойкого керамического кирпича синтезированы на основе различных сочетаний огнеупорной глины месторождения «Городное», каолина месторождения «Ситница» и ряда легкоплавких глин месторождений «Лукомль», «Осетки» и «Гайдуковка», которые используются на отечественных предприятиях в настоящее время. Вид отошителей ограничивался алюмосиликатным шамотом и дегидратированной глиной.

Установлены закономерности степени спекания и изменения основных свойств керамических материалов от шихтового состава композиций, а также химико-минералогического состава глинистого сырья. Так, при использовании легкоплавких глин месторождений «Осетки» и «Лукомль» количество расплава при обжиге увеличивается, что обусловлено их химическим составом; в этих глинах содержание щелочных и щелочноземельных оксидов гораздо выше, чем в глине «Городное». Это способствует уменьшению водопоглощения и открытой пористости, увеличению кажущейся плотности и механической прочности при сжатии (10,5 – 53,4 МПа) изделий. Наибольшее значение температурного коэффициента линейного расширения имеют образцы на основе каолина «Ситница» и глины месторождения «Городное» ($8,58 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$), а наименьшее – образцы на основе глин месторождений «Осетки» и «Городное» ($4,61 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$), что обусловлено химическим и фазовым составом образцов. Проведено исследование поведения синтезированных материалов в процессе резкого термоциклирования более жесткого, чем условия эксплуатации в печи (нагрев до 800 С и резкое охлаждение в воде). В зависимости от соотношения компонентов и условий синтеза опытные образцы выдержали от 20 до 60 циклов термоциклирования без разрушения.

В результате проведенной работы установлена возможность получения термостойкого керамического кирпича, обладающего сравнительно низкими значениями термического расширения при достаточно высоких показателях механической прочности и плотности, что предопределяет возможность использования его для строительства бытовых печей с повышенным сроком эксплуатации.

SPALLING-RESISTANT CERAMIC BRICK ON THE BASIS OF NATURAL AND TECHNOGENEOUS ALUMINOSILICATE RAW MATERIALS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Abstract: Possibility of production reception of the spalling-resistant ceramic brick on the basis of clay raw materials of the Republic of Belarus and waste of the refractory products were established. Ceramic bricks are characterized by low thermal dilatation data enough increase of the mechanical strength and density data and can be used for building of furnaces with the raised operation life.

**Н.И. Ермоленко¹, Е.В. Дубоделова¹, Ю. В. Максимук²,
И.А. Хмызов¹, Т.В. Соловьева¹**

¹УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь, e-mail:
root@bstu.unibel.by

²Учреждение белорусского государственного университета
«Научно-исследовательский институт физико-химических проблем»,
Беларусь, www.fhp.bsu.by

ТОПЛИВНЫЕ ГРАНУЛЫ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД

В настоящее время для производства топливных гранул как в Республике Беларусь, так и за рубежом используют главным образом древесину хвойных пород в виде отходов лесопиления и деревообработки. Это связано с наличием в этой древесине смолистых веществ и большого количества лигнина, обладающих адгезионными свойствами, что предопределяет высокую прочность и удовлетворительную теплотворную способность изготавливаемых из такой древесины топливных гранул без применения дополнительных связующих веществ. В настоящее время увеличивается использование в деревообрабатывающей промышленности и производстве мебели древесины лиственных пород, поэтому количество отходов из них возрастает. Эти отходы не находят удовлетворительного практического применения. Велики запасы лиственной древесины и в лесосеках. Лиственные породы древесины мало используются в производстве топливных гранул, так как они не обеспечивают требуемых теплотворных и прочностных свойств. В современных условиях при дефиците сырьевых и энергетических ресурсов проблема использования древесины лиственных пород, произрастающей на территории Республики Беларусь, для производства топлива приобретает особую значимость.

Исследования, выполненные на кафедре химической переработки древесины Белорусского государственного технологического университета показали, что активирование реакций основных компонентов древесины лиственных пород лигнина и гемицеллюлоз, с повышением их конденсационно-полимеризационных свойств может увеличить их

адгезионные взаимодействия в процессе образования продукта, и, как следствие, – не только прочностные свойства и транспортабельность топливных гранул, но и их теплотворную способность.

THE FUEL GRANULE FROM HARDWOOD

Abstract: Research results, which show the possibility of the use hardwood for fabrication of the fuel granules with factor portability and calorific value at a rate of got from wood of coniferous trees. This is reached to account activation reaction main component hardwood lignine and hemicellulose.

С.Е. Есько

УО «Гродненский государственный университет им. Янки Купалы», Беларусь,
e-mail: kaf_stroimat@post.grsu.by

ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА КАПРОЛАКТАМА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В материаловедении широкое применение находят техногенные продукты различных химических производств. Особый интерес представляют технологические отходы производства капролактама (циклический ангидрид ε-аминокапроновой кислоты), которые являются многокомпонентными продуктами. Производителем капролактама в Республике Беларусь является ОАО «ГродноАзот» (годовой объем основного производства – 127 тыс. тонн). Одним из побочных продуктов процесса производства капролактама является так называемое «масло ПОД» (продукт окисления и дегидрирования) – смесь высококипящих продуктов окисления циклогексана, дегидрирования циклогексанола и поликонденсации циклогексанона. Масло ПОД представляет собой однородную жидкость темно-коричневого цвета без видимых механических примесей.

Общее количество образующегося масла ПОД составляет более 10 тыс. тонн в год. По существующей технологии на ОАО «ГродноАзот» эти отходы сжигают в системах теплоснабжения.

Анализ состава технологических отходов свидетельствует о том, что они могут служить сырьем при получении различных композиционных материалов строительного назначения, в том числе лакокрасочных (ЛКМ)

Полученные результаты подтверждают данные о том, что масло ПОД обладает антикоррозионными свойствами по отношению к металлической подложке и может быть использовано в качестве модификатора ЛКМ.

Проведенные коррозионные испытания сформированных лакокрасочных покрытий указывают на то, что введение «масла ПОД» в состав эмали ЭП–1236 сохраняет ее коррозионные характеристики.

Полученные данные свидетельствуют о том, что побочный продукт производства капролактама («масло ПОД») может быть использован в качестве эффективного модификатора эпоксидных эмалей. В совокупности со снижением удельного расхода эмали это может привести к значительной экономии лакокрасочных материалов.

PRODUCTION WASTES OF KAPROLAKTAM AT MANUFACTURING OF PAINT AND VARNISH MATERIALS

Abstract: Results of researches on use of production wastes of kaprolaktam as the effective modifier epoxies enamels

И.Б. Жданович, Т.Г. Рудаковская, Ф.Ф. Можейко, В.В. Шевчук

ГНУ «Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси», Беларусь,
e-mail: dixti@yandex.ru

ПЕРСПЕКТИВА ОБОГАЩЕНИЯ ВЫСОКОГЛИНИСТЫХ СИЛЬВИНИТОВЫХ РУД СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ФЛОТАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Осуществление флотационного метода обогащения сильвинитовой руды с повышенным содержанием глинистых примесей по схеме полной депрессии шламов практически невозможно и экономически нецелесообразно, поскольку связано с высокими расходами дорогостоящих и дефицитных реагентов, непропорционально возрастающими с повышением содержания глины (н.о.) в руде. Кроме того, при переработке такой руды образуется огромное количество глинисто-солевых шламов, которые являются одним из основных источников засоления почв и водоемов в Солигорском промышленной районе.

Установлено, что предварительный нагрев высокоглинистой сильвинитовой руды до 200–400°C улучшает избирательность процесса флотации и сокращает расход реагентов-модификаторов. Применение предварительного нагрева позволит получить высокие технологические показатели флотационного разделения, значительно повысить качество флотоконцентрата при сравнительно невысоких расходах реагентов. Так,

извлечение КС1 при флотации руды (н.о. – 8,8 %), предварительно нагретой до 200-300°C, составляет 90,7–92,8 %, против 58 % для исходной руды. При этом содержание КС1 в концентрате возрастает с 73,4% до 79,8 – 86,1 % соответственно.

Предварительная термообработка сильвинитовой руды существенно изменяет физико–химические свойства содержащихся в ней глинисто–карбонатных примесей и их дисперсий. Эти дисперсии из-за уменьшения структурированности после сгущения занимают меньший объем и фильтруются с повышенной скоростью; объем отфильтрованной жидкости увеличивается почти в 2 раза. Температурная активация глинисто–карбонатных примесей заметно изменяет величину адсорбции на них основных флотационных реагентов, а также приводит к частичному окислению содержащихся в глинах органических соединений (углистых, битуминозных, сланцевых), что по своему эффекту действия на процесс флотации руды равносильно введению дополнительного количества защитных реагентов-модификаторов.

Внедрение способа предварительной термообработки сильвинитовой руды позволит перерабатывать руды с повышенным содержанием глинистых примесей, которые в настоящее время отнесены к забалансовым, повысить качественно-количественные показатели их флотации, а также решить ряд социально-экологических проблем (существенно уменьшить промышленные стоки на обогатительных фабриках) в районах производства калийных удобрений.

THE PROSPECT OF HIGH-CLAYEY SILVINITE ORES OF STAROBUNSK DEPOSIT BY FLOTATION

Abstract: The prospect of flotation of silvinite ores with high content of clay impurities by thermal activation was been shown.

Е.Н. Жданук, Э.Т. Крутько, Ж.Н. Галеева

УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь, e-mail:
lana-zhdanuk@yandex.ru

ПОЛИАМИДНАЯ КОМПОЗИЦИЯ

Полиамиды как промышленные термопласты появились после второй мировой войны. Многотоннажное производство полиамидов стало возможным главным образом благодаря применению методов переработки и технологического оборудования, уже используемого для других термопластов, а также благодаря относительно низкой стоимости сырья. Удивительные свойства полиамидов быстро обеспечили их широкое использование.

В данной работе изучена возможность создания полиамидных материалов на основе полиамида-6, модифицированного отходом производства оптических стекол, в состав которого входит полирит. Были получены композиции, содержащие от 0,01 до 0,1% масс. полирита. Изучены термические и деформационные-прочностные свойства. Как показали проведенные исследования, введение в состав полиамидных композиций полирита позволяет улучшить комплекс эксплуатационных характеристик пленочных материалов.

Проблема стабилизации ПА-6 продолжает оставаться актуальной, поскольку продление времени эксплуатации изделий из него равноценно увеличению производства этих изделий и улучшению их качества, способствуя ресурсо- и энергосбережению при создании новых композиционных материалов на основе этого промышленно-производимого полимера. Несмотря на многочисленные соединения, предлагаемые исследователями в качестве стабилизаторов ПА-6, промышленность стран СНГ и Республики Беларусь, в том числе не располагает достаточно эффективными добавками. Следует отметить, что в нашей республике вообще отсутствует производство стабилизаторов, хотя объемы переработки полиамида-6 весьма значительны. Потребность в этих добавках удовлетворяется за счет импорта, что приводит к заметному удорожанию изделий и снижению рентабельности их производства.

POLYAMIDE COMPOSITION

Abstract: The problem of stabilization polyamide-6 continues to remain actual as a prolongation of time of operation of products from it is equivalent to increase in manufacture of these products and improvement of their quality. In the given work the opportunity of creation of polyamide materials is investigated on the basis of the polyamide-6 modified by a production waste of optical glasses into which structure enters polirit. The compositions containing from 0,01 up to 0,1 % of weights of polirit have been received. Thermal, deformation and strength properties are investigated. As have been shown by the researches, introduction of polirit in the structure of the polyamide compositions allows to improve a complex of operational characteristics of film materials.

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ КАЛИЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Выполнены исследования, направленные на повышение долговечности и надежности быстроизнашивающихся узлов и деталей ленточных конвейеров, эксплуатирующихся в химически активной абразивсодержащей среде калийных предприятий. Разработана математическая модель напряженно-деформированного состояния обечайки ролика ленточного конвейера, контактирующей с нагруженной и растянутой в продольном направлении конвейерной лентой, устанавливающая связь главных напряжений с геометрическими параметрами и механическими характеристиками материала обечайки с величиной и распределением нагрузки по контактной площадке. Данная модель отличается возможностью выявления области экстремальных значений знакопеременных перемещений и напряжений в материале оболочки, и с позиций механики контактного взаимодействия обечайки с лентой и теории усталостного разрушения позволяет определить условия, при которых возможна замена стальной обечайки на композитную.

Установлены трибологические механизмы и закономерности фрикционного взаимодействия конвейерной ленты и стальной обечайки ролика, свидетельствующие о снижении их долговечности при эксплуатации в соляной химически активной среде, а также закономерности фрикционного взаимодействия и изнашивания конвейерной ленты и обечайки ролика, изготовленной из полимерсодержащих материалов, которые позволяют оценить возможность и целесообразность применения высоконаполненных материалов для изготовления роликов, эксплуатирующихся в соляной абразивсодержащей среде калийных производств.

В результате проведенных исследований были обоснованы материаловедческие принципы создания износостойких материалов для изготовления роликов ленточных конвейеров, что позволило разработать новые материалы с высокими триботехническими и физико-механическими характеристиками, пригодные для изготовления обечаек роликов, эксплуатирующихся в условиях калийных производств.

INCREASE OF DURABILITY OF PARTS OF THE BELT CONVEYORS EXPLOITABLE
IN THE CONDITIONS OF THE POTASH FACTORIES

Abstract: The material authority principles of creation of wearproof materials for manufacturing of rollers of the belt conveyors are proved, that has allowed to develop new materials with high tribotechnical and physico-mechanical characteristics, suitable for manufacturing of shells of the rollers exploitable in the conditions of the potash factories.

Р.В. Ищенко

ЗАО «Солигорский институт проблем ресурсосбережения с опытным производством»,
Беларусь, e-mail: ipr @ sipr. by

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ И НАГРУЗКИ НА ИЗНАШИВАНИЕ РОЛИКА И КОНВЕЙЕРНОЙ ЛЕНТЫ

В работе рассмотрено влияние скорости перемещения и нагрузки на изнашивание конвейерной ленты и обечаек роликов из стали и композиционного материала при фрикционном нагружении (трение качения и скольжения) в воздушной и воздушно–соляной среде калийных предприятий. Определены ведущий и сопутствующие виды изнашивания. Полученные результаты свидетельствуют о влиянии стали и хлористых солей натрия и калия на процесс старения резины, снижающий ее сопротивление изнашиванию, а также рассмотрен механизм этого явления. При длительном контакте со сталью или солями металлов переменной валентности поверхностный слой резины теряет эластичность и сопротивление усталости. Механизм этого явления обусловлен тем, что ионы металлов ускоряют процесс распада гидроперекисей, происходит разрыв связей в основном скелете молекул и образование свободных радикалов, способных взаимодействовать с молекулами окружающей среды. Скорость протекания этого процесса возрастает при повышении температуры и приложении механической нагрузки. Полученные результаты могут служить основой для разработки новых методов повышения долговечности конвейерных лент из эластомеров. Установлено, что при переходе от воздушной к воздушно–соляной среде резинотканевая лента подвергается преимущественно абразивному виду изнашивания, а стальная обечайка ролика – коррозионно – механическому виду изнашивания.

STUDY OF INFLUENCE OF CONVEING SPEED AND LOADING ON ROLLER AND CONVEYOR BELT WEAR PROCESS

Abstract: In the work influence of conveying speed and loading on wear process of a conveyor belt and shells of the rollers made from steel and a composite material at frictional loading in air and air-

hydrochloric environment of the potash factories is considered. The received results can form a basis for the development of new methods of increase of durability of elastomer conveyor belts.

И.К. Карась

ЗАО «Солигорский институт проблем ресурсосбережения с опытным производством»,
Беларусь, e-mail: ipr@sipr.by

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ДЕФОРМАЦИЮ КРУПНОМОДУЛЬНЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС

Эксплуатационные свойства зависят от воздействия на поверхностный слой зубьев комплекса технологических и металлургических факторов. Влияние одних факторов проходит через весь технологический процесс, другие действуют в пределах одной или нескольких операций.

При изготовлении крупномодульных зубчатых колёс к числу наиболее трудоёмких операций следует отнести зубонарезание, зубошлифование и особенно – химико-термическую обработку. Наиболее сложная и ответственная технологическая операция – химико-термическая обработка. Она предусматривает газовую цементацию в шахтных печах. Такой процесс обеспечивает значительные деформации и коробление, вызывающие снижение показателей точности изготовления деталей на 2 – 3 порядка. Деформация при химико–термической обработке обусловлена как структурными превращениями, вызывающие изменения объёма, так и тепловыми напряжениями, в результате образования которых возникают изменения формы изделия. Различные исследования позволили установить, что деформация и коробление цементованных зубчатых колёс зависят от следующих факторов: конфигурация детали; марки стали и колебание её химического состава; условий изготовления поковок; условий механической обработки заготовок; условий химико–термической обработки зубчатых колёс.

Деформация зависит от многих факторов, причём как от тех которые влияют на них непосредственно (действуют на стадии механической и химико-термической обработки), так и от тех непосредственно не связаны с формированием размеров и формы деталей.

Из всего этого следует, что склонность будущей детали к деформации формируется на протяжении всего производственного процесса. Однако можно определить зависимость факторов непосредственно влияющих на деформацию крупномодульных зубчатых зацеплений, что позволит значительно снизить припуски на зубошлифовальной операции.

THE ANALYSIS OF FACTORS INFLUENCING ON DEFORMATION

Abstract: Major factors influencing on deformation of gear wheels are defined. It is determined, that tendency to deformation is formed throughout all technological process of big module gears.

В.В. Комарь, Т.А. Походина, Н.В. Кулинич

ГНУ «Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси» Беларусь,
e-mail: kvv@igic.bas-net.by

ХИМИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОРОШКОВЫХ ЭПОКСИ-ПОЛИЭФИРНЫХ КРАСОК

Применение покрытий на основе порошковых лакокрасочных материалов (ЛКМ) является одним из эффективных средств защиты металлов от коррозии. В сравнении с покрытиями из растворов и дисперсий полимеров порошковые краски имеют лучшие защитные свойства и более высокий срок службы. За счет снижения временных, энергетических и трудовых затрат, практически безотходной технологии формирования покрытий экономия удельной стоимости окраски единичной площади поверхности по сравнению с традиционными ЛКМ может составлять 50%.

В работе приведены результаты исследования условий формирования, структуры и защитных свойств покрытий на основе базовых рецептур порошковых эпоксидно-полиэфирных красок и рецептур, модифицированных антикоррозионными пигментами (АКП). Показано, что соотношение пленкообразователей, состав ускорителей и тип АКП оказывают различное влияние на процесс пленкообразования, структуру отвержденных покрытий и плотность полимерной сетки. Покрытия, на основе разработанных составов, имеют высокую химическую стойкость к воздействию агрессивных растворов электролитов: 5% растворы NaCl – не менее 7500 часов, 5% NaOH – не менее 2500 часов, 3% Na₂CO₃ – не менее 9000 часов, 10% HCl – не менее 7400 часов. За указанный период испытаний не наблюдается нарушения сплошности покрытий (пузыри, трещины), снижения адгезионных свойств, подпленочной коррозии металла под покрытием. Показано, что защитные свойства покрытий определяются низкой проницаемостью агрессивных сред в материал покрытия, высокой адгезионной прочностью покрытий, а также и ингибирующим действием используемых АКП, приводящим к торможению коррозионного процесса на границе металл-покрытие. Для покрытий, не содержащих АКП (за исключением покрытий, экспонированных в среде 10% HCl), наблюдается

разрушение покрытий, вследствие ослабления адгезионных связей при воздействии агрессивных сред. Коррозионные потери металла подложки наблюдаются только для покрытий, не содержащих АКП, при воздействии растворов NaCl и HCl, при этом скорость коррозии составляет соответственно $0,6-1,5 \cdot 10^{-3}$ и $1,7-3,8 \cdot 10^{-3}$ г/м² час. Комплекс полученных результатов может быть использован для разработки материаловосберегающей технологии получения отечественных эпокси-полиэфирных порошковых красок.

CHEMICAL STABILITY OF COATINGS ON THE BASIS OF MODIFIED POWDER EPOXY-POLYESTER PAINTS

Abstract: Powder epoxy-polyester paints are developed for formation of chemically stabilized coatings.

А.В. Конопляник

ЗАО «Солигорский институт проблем ресурсосбережения с опытным производством», Беларусь, e-mail: ipr@sipr.by

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВЯЗКОПЛАСТИЧНОГО МАТЕРИАЛА В НАПОРНОМ ШНЕКОВОМ МОДУЛЕ

В настоящее время теоретическая интерпретация и математическое описание процессов взаимодействия рабочих органов машин с сыпучими, влажными, пластичными, пылевидными, мелкокусковыми материалами не всегда адекватно отражают явления, происходящие на поверхностях контактов с рабочими органами и в массиве материала, что существенно затрудняет создание высокоэффективных машин. Возникает задача повышения эффективности функционирования технологических и транспортирующих машин горной промышленности путем расчета и выбора оптимальных значений геометрических, кинематических и динамических параметров рабочих органов и функциональных узлов оборудования. Решение данной задачи возможно только на основе адекватного математического описания физических процессов, протекающих в материале под воздействием рабочих органов машины, как на поверхностях контактов с ними, так и массива материала.

Анализ условия равновесия материала показывает, что направление его движения в шнековом модуле зависит от следующих параметров:

- коэффициента трения материала о шнек;
- коэффициента трения материала о внутреннюю поверхность корпуса;
- отношения давлений на выходе и входе в шнек;
- угла подъема винтовой линии шнека;

- количества витков шнековой лопасти;
- площади контакта подаваемого материала с лопастью и ступицей шнекового вала;
- площади контакта подаваемого материала с внутренней поверхностью корпуса шнекового модуля.

Первые два параметра зависят от свойств подаваемого материала и качества поверхностей рабочих органов шнекового модуля, и, вместе с другими свойствами материала определяют рациональные значения конструктивных параметров шнекового модуля.

Третий параметр учитывает условия работы модуля – подпирющее давление на входе в шнек (высота материала в загрузочном бункере, использование питающих валков и т.п.) и запирающее давление на выходе из шнека (сопротивление формующих, измельчающих или других рабочих органов машины).

Полученные уравнения позволяют определить направление движения материала (при условии, что он движется в канале шнека подобно пробке, т.е. безградиентно) и полностью описывают напряженно-деформированное состояние материала в любой точке сечения. С их помощью можно определить все компоненты нормальных и касательных напряжений действующих на элементарный объем материала и установить возможность появления поверхностей разрушения (сдвига) внутри материала.

Коэффициенты внутреннего трения у большинства подаваемых материалов не намного больше коэффициентов внешнего трения между материалами и твердыми поверхностями рабочих органов шнекового модуля.

LAWS OF MOVEMENT OF THE VISCOPLASTIC MATERIAL IN THE PRESSURE SCREW MODULE

Abstract: The condition of balance of elementary volume of the material which has been cut out from the channel, formed by the internal cylindrical surface of the screw module case, by the shaft and the blade of the screw, under the influence on it of pressure of the material, backpressure, friction of the material over the internal cylindrical surface of the screw module case, force of normal pressure of the material on the blade of the screw, friction force of the material over the blade and the shaft of the screw is described.

И.А. Конопляник

ЗАО «Солигорский институт проблем ресурсосбережения с опытным производством», Беларусь, e-mail: ipr@sipr.by

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОРРЕКТИРОВОЧНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ДИНАМИЧНОСТИ ЗАПАСА ПРОЧНОСТИ ЛЕНТЫ И КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПАСА ПО ТЯГОВОМУ ФАКТОРУ

Проектирование ленточных конвейеров должно сопровождаться расчетом переходных процессов при их пуске и торможении.

Расчет переходных процессов в качестве основного вопроса включает определение экстремальных динамических натяжений ленты. Перегрузка ленты при пуске или торможении конвейера может привести к опасному снижению запаса прочности ленты, если прочность ее выбрана без учета характеристик применяемого привода конвейера или его тормозного устройства.

В существующей практике проектирования необходимую прочность ленты определяют только по расчетным максимальным натяжениям в установившемся режиме, но с избыточным расчетным запасом прочности. Применение современных и дорогостоящих систем привода, обеспечивающих плавность пуска, не снижает стоимости ленты, хотя очевидно, что существенное уменьшение динамических натяжений повышает в этом случае безопасность эксплуатации ленты и срок ее службы.

Накопление экспериментальных данных и разработка теории переходных процессов позволяют переходить к дифференцированному выбору запаса прочности ленты в зависимости от характеристик привода, натяжных устройств и параметров трассы конвейера.

Другой задачей расчета переходных процессов является определение такого натяжения контура ленты, которое обеспечило бы пуск и торможение конвейера без пробуксовки ленты на приводных барабанах и потери устойчивости ленты. Расчетное усилие натяжного устройства, таким образом, связывается с экстремальными динамическими натяжениями ленты и, следовательно, с характеристикой привода конвейера. Если привод обеспечивает плавный пуск конвейера, то расчетное усилие натяжного устройства может быть соответственно уменьшено и на конвейере может быть применена лента меньшей продольной прочности. В случае использования податливых в режиме пуска и торможения натяжных устройств необходимо также правильно рассчитать ход натяжных кареток. Расчет переходных процессов включает также определение времени пуска и торможения конвейера.

Для снижения экстремальных динамических натяжений применяют системы с плавным нарастанием тормозного момента, или системы динамического торможения на первом этапе остановки конвейера.

DETERMINATION OF CORRECTIVE COEFFICIENT OF DYNAMICS OF A BELT
SAFETY FACTOR AND SAFETY FACTOR UNDER THE TRACTIVE FORCE

Abstract: The design procedure of extreme dynamic tension in a conveyor belt for a choice of a belt of necessary durability taking into account dynamics of a regime of start is offered. Optimal value of coefficient of dynamics characterizes identical safety factor in both drums in a regime of start.

А.В. Костюкевич, Н.В. Черная

УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь,
e-mail: root@bstu.unibel.by

ВЛИЯНИЕ БИНАРНЫХ СИСТЕМ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА ФЛОКУЛООБРАЗОВАНИЕ В ВОЛОКНИСТЫХ СУСПЕНЗИЯХ

Для получения бумаги с высокими показателями механической прочности, однородным просветом и низкой шероховатостью необходимо в процессе ее формования на сеточном столе бумагоделательной машины (БДМ) максимально повышать скорость удаления воды из волокнистой суспензии, сохраняя при этом равномерность структуры влажного полотна.

Зачастую управление работой отсасывающих ящиков и прочих конструктивных элементов мокрой части БДМ не позволяет обеспечивать требуемые условия обезвоживания волокнистой суспензии, удержания ее компонентом на сеточном столе, формования бумажного полотна. Кроме того, такое управление, как правило, приводит к повышению энергозатрат на производство данного вида продукции.

Регулирование скорости обезвоживания волокнистых суспензий, повышение степени удержания их компонентов и улучшение формования влажного полотна в мокрой части БДМ возможно с помощью управления процессом флокулообразования. Применение многокомпонентных систем вспомогательных химических веществ (ВХВ) позволяет не только управлять процессом флокулообразования, но и дает возможность расширять ассортимент продукции вырабатываемой на определенных типах БДМ. Поэтому особый практический интерес представляет исследование влияния различных многокомпонентных систем ВХВ на процесс флокулообразования в волокнистых суспензиях.

Целью работы является исследование влияния бинарных систем ВХВ на флокулообразование в волокнистых суспензиях.

Исследования, выполненные на кафедре химической переработки древесины Белорусского государственного технологического университета показали, что полидисперсность волокнистых суспензий, зависящая при прочих равных условиях от фракционного состава волокна, способна изменяться при введении бинарных систем вспомогательных химических веществ. Кроме того использование ВХВ позволяет управлять степенью флокуляции и скоростью обезвоживания волокнистых суспензий.

INFLUENCE OF THE AUXILIARY CHEMICALS BINARY SYSTEMS ON THE FORMATION OF FLOCCULES IN THE FIBROUS SUSPENSION

Abstract: The studies have shown that hanging from factious composition filament fibrous suspension polydispersity capable to change be the auxiliary chemicals binary systems adding. The degree of the floccules formation and the rate of fibrous suspension dehydration can be controlled by the using of auxiliary chemicals binary systems.

М.П. Купреев, Е.Н. Леонович, Н.Е. Дробышевская

УО «Гомельский государственный университет
им. Франциска Скорины», Беларусь, e-mail kupreev@gsu.by

ШЛИФОВАЛЬНЫЕ ГОЛОВКИ И КРУГИ ПОВЫШЕННОЙ СТОЙКОСТИ ИЗ ОТХОДОВ АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА

На предприятиях республики постоянно накапливаются отходы абразивного инструмента в виде остатков абразивных кругов, которые по низким ценам реализуются на абразивные предприятия России. В связи с этим разработка технологии изготовления высококачественного шлифовального инструмента из отходов и организация его производства в Республике Беларусь является актуальной задачей.

Проведены исследования по отработке режимов изготовления качественного вторичного шлифовального зерна из остатков абразивных кругов из электрокорунда белого марок 24А и 25А зернистостью 40П, 25П и твердостью СМ1, СМ2, С1, С2

Подобраны оптимальные режимы дробления и помола, позволяющие получать из кругов зернистостью 40П до 35% абразивного зерна зернистостью 40П, до 20% – 25П, до 10% – 16П, до 5% – 12П. Из кругов зернистостью 25П производится до 35% абразивного зерна зернистостью – 25П, до 15% – 16П, до 5% – 12П.

Изучена структура и состав порошков различных фракций, изготовленных из остатков шлифовальных кругов различной зернистости. Установлено, что вторичное зерно до 80 % имеет изометрическую (округлую) или промежуточную формы, а остальное – пластинчатую или игольчатую (мечевидную). Поверхность зерен гладкая или шероховатая, а кромки острые или закругленные. Присутствуют также зерна–сростки, скрепленные керамической связкой. Их количество зависит от размера фракции. Установлено, что шлифовальные зерна в своем составе содержат также керамическую связку, количество которой снижается с уменьшением зернистости.

Определено влияние концентрации вводимой во вторичное зерно керамической связи K5 и давления прессования на твердость и структуру шлифовальных головок и шлифовальных кругов из вторичного абразивного зерна различных фракций.

На основании проведенных исследований разработана технологическая документация с литерой «О» на процесс изготовления шлифовальных головок из остатков шлифовальных кругов. Организовано опытно–промышленное производство шлифовальных головок и шлифовальных кругов повышенной стойкости из вторичного абразивного зерна.

Проведены сравнительные испытания работоспособности шлифовальных головок АW и кругов ПП в условиях производства на предприятиях ПО «ГОМСЕЛЬМАШ», ПО «МТЗ», ООО «Завод штампов и пресс-форм» группы ГАЗ и др. Установлено, что они превосходят по качеству отечественные и импортные аналоги. Это проявляется в их высокой стойкости, а также в более высокой чистоте обработки поверхностей деталей, не достигаемой при использовании шлифовальных головок других производителей. Продолжительность их работы без правки в 1,5 – 3 раз выше по сравнению со шлифовальными головками других производителей, что обеспечивает повышение производительности шлифования в 1,5 – 2 раза и экономию инструмента в 2 – 3 раза.

GRINDING HEADS AND CIRCLES OF THE INCREASED RESISTANCE FROM THE WASTE OF THE ABRASIVE TOOL

Abstract: Features of manufacturing techniques of grinding heads and grinding circles from secondary abrasive grain based on ceramic binding agent are considered. Structures ceramic binding agent and the regimes modes of the manufacturing providing high stability of the tool were developed. Trial manufacture of grinding heads and circles has been organized.

**Р.А. Кусин¹, В.М. Капцевич², А.Р. Кусин³, И.Н. Черняк¹, Д.И. Жегздринь¹,
О.В. Хренов⁴**

¹ГНУ «Институт порошковой металлургии», Беларусь

²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Беларусь

³РУП «Теплообменные аппараты – порошковая металлургия», Беларусь

⁴УО «Белорусский национальный технический университет», Беларусь

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНФИГУРАЦИИ СОПЛА ЛАВАЛЯ В ФОРСУНКАХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАСПЫЛЕННЫХ ПОРОШКОВ

Известно, что одной из основных проблем при получении методом распыления сферических порошков, используемых для нанесения защитных покрытий, является низкий выход мелкодисперсных фракций (в частности, с размером частиц менее 100 мкм). Исследования, проведенные в ГНУ ИПМ на лабораторной установке с загрузкой до 6 кг при использовании щелевых форсунок показали, что выход порошков с размером частиц менее 100 мкм составляет не более 7%. Для решения данной проблемы в ГНУ ИПМ была опробована новая конструкция форсунки, рабочая часть которой была спроектирована по подобию конфигурации сопла Лавалья. Конструкция узла распыления позволяет регулировать углом атаки и площадью проходного сечения. Исследования показали, что разработанные форсунки обеспечивают выход порошков с размером частиц менее 100 мкм до 75 %.

USE OF THE PROFILE OF THE LAVAL NOZZLE IN SPRAY JETS FOR OBTAINING ATOMIZED POWDERS

Abstract: The design of a unit of dispersion allows to regulate an angle of attack and the area of a flow area. Probes have shown, that designed spray jets ensure an output of powders with particle size less than 100 microns up to 75 %.

И.А. Левицкий, Л.Ф. Папко

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ШЛАМОВ ДЛЯ СИНТЕЗА СТЕКЛОВИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Одним из направлений утилизации отходов гальванических производств предприятий республики является введение их в состав сырьевых смесей при синтезе таких неорганических материалов, как стекла и глазури. Настоящее исследование является продолжением работ, связанных с использованием железосодержащих сырьевых материалов (алюмосиликатного минерального сырья РБ, отходов производства) при синтезе силикатных материалов. Использованы гальванические шламы Минского тракторного завода.

Наличие в составе гальванических шламов оксидов железа (до 65 мас.%) и оксида хрома (4 – 6 мас.%) предопределяет получение на их основе окрашенных стекловидных материалов. Такие компоненты, как SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , ZnO , содержатся в составе шламов в количестве от 1,5 до 10 мас. %.

Установлена возможность использования шламов для окрашивания тарных стекол в зеленый цвет. Доминирующая длина волны в спектре пропускания таких стекол – около 560 нм. Окраска стекол оксидами железа нестабильна и может меняться от желто-зеленых до сине-зеленых тонов вследствие влияния окислительно-восстановительных условий на соотношение $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ в их составе. Наличие в составе шламов оксида хрома обеспечивает воспроизводимость цветового тона зеленых тарных стекол.

Синтез глазурей проводился на основе системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ при содержании основных компонентов, мол. %: SiO_2 52,5–67,5; B_2O_3 10–15; CaO 5–20; Fe_2O_3 2,5–15. Наплавление глазурных покрытий производилось при температуре 1000 оС с выдержкой 15 мин и 1 ч. Получены блестящие и матовые глазурные покрытия коричневой цветовой гаммы, что обусловлено кристаллизацией при обжиге с выделением железосодержащих кристаллических фаз – гематита, маггемита. Хорошая декоративность покрытий (светло-коричневые и красно-коричневые тона) обеспечивается при введении 2,5–7,5 мол. % Fe_2O_3 . Получены составы цветных беспигментных глазурей для декорирования изделий облицовочной (скоростные режимы обжига) и бытовой керамики.

APPLICATION OF GALVANIC SLIME FOR SYNTHESIS OF VITREOUS MATERIALS

Abstract: Vitreous materials on the basis of waste products – galvanic slime have been studied. Green container glass and glaze brown color for decoration of coated and studio pottery ceramics articles were obtained.

А.Г. Лукашевич, Э.А. Михалычева, А.Г. Трифонов

ГНУ «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» НАН
Беларуси, Беларусь, e-mail: tral@sosny.bas-net.by

КОМПЬЮТЕРНАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВЕТРОПОТЕНЦИАЛА ПЛОЩАДКИ РАСПОЛОЖЕНИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГОДОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ ВЕТРОТУРБИНОЙ С УЧЕТОМ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕЛЬЕФА И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Дефицит собственных ископаемых топливных ресурсов в Беларуси, особенности экономических взаимоотношений с поставщиками топлива и энергии из других стран требуют изменения подходов к обеспечению республики топливно-энергетическими ресурсами. Использование ветроэнергетических установок (ВЭУ) поможет решить экологические и экономические проблемы энергетики, связанные с использованием угля, нефти, газа или других дорогостоящих энергоносителей.

В работе представлена компьютерная методика выбора перспективных площадок для расположения ветроэнергетических установок, которая включает пространственную оцифровку географических карт, а также учитывает влияние сложного рельефа местности, искусственных препятствий и шероховатости поверхности земли на формирование ветрового климата в исследуемом регионе. Представленная методика оценивает как среднюю энергию ветра в достаточно большом регионе, так и предсказывает среднее годовое производство энергии определенной ветротурбины, расположенной на определенной площадке местности. В прямой задаче на основе метеоданных и топографической карты местности моделируется региональный ветровой климат, в обратной задаче вычисляется ветровой климат в любом заданном месте на основе региональной климатологии.

В работе определен ветровой климат конкретного региона Гродненской области; вычислена зависимость средней скорости и удельной мощности ветрового потока от высоты ротора и параметров шероховатости поверхности для различных значений шероховатостей и значений высоты над поверхностью земли. Для трех ветроэнергетических установок, входящих в состав ветроэнергетической станции (ВЭС), были рассчитаны угловые

характеристики площадок, характеристики ветра и суммарная годовая выработка энергии ВЭУ для каждой ветротурбины, а также учтено взаимовлияние ветроустановок в составе станции.

COMPUTER TECHNIQUE OF WIND ENERGY RESOURCE ASSESSMENT
OF THE WIND POWER STATION SITE AND EVALUATION OF THE POTENTIAL
WIND POWER TURBINE OUTPUT TAKING INTO ACCOUNT
OF DISTRICT RELIEF AND METEOROLOGICAL DATA

Abstract: The paper presents application of wind climate numerical modeling for the assessment of wind energy resource and evaluation of the potential wind power output from wind turbine installations taking into account of district relief and meteorological data.

Н.К. Лулева, Л.И. Петровская

ГНУ «Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси», Беларусь

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК В СОСТАВЕ
ИНТУМЕСЦЕНТНОГО АНТИПИРЕНА НА СВОЙСТВА
ИМПРЕГНИРОВАННОЙ ИМ ДРЕВЕСИНЫ**

До сих пор проблема огнезащиты древесины остается актуальной. В последнее время для защиты от огня древесины разрабатываются новые экологически безопасные антипирены интумесцентного типа.

ИОНХ НАН Б уже более 15 лет занимается проблемой создания новых ингибиторов горения древесины. Нами предложены фосфоразотные экологически безопасные композиции антипиренов на основе фосфата аммония, органического амида, полиола, водоорганической дисперсии, металлонеорганического соединения. В исследованиях установлено, что на эффективность огневой защиты оказывает влияние концентрация составляющих ингредиентов, вид используемых пленкообразующих соединений. В настоящей работе приведены результаты исследований по влиянию добавок (5 мас.%) некоторых алюмосиликатных природных соединений, ПАВа, красителя при их совместном введении в основной состав антипирена на огнезащитные свойства антипирированной древесины, а также устойчивости к воде (водостойкость и водопоглощение).

Методом ДТА было установлено, что введение в антипирен добавок алюмосиликатов не оказывает существенного влияния на основной процесс термораспада (200 – 350 °С) и выход углеродного остатка (36 – 39 %) при 700 °С по сравнению с протеканием процесса термического разложения образцов, обработанных антипиреном без добавок. Показано, что вводимые добавки существенно влияют на величину экзотермических эффектов: в области протекания

основного процесса термического разложения выделение тепла уменьшается в 1.3 – 4.3 раза. Оценка огневой эффективности древесных материалов, обработанных разработанным антипиреном позволила установить, что защищенная древесина в соответствии с ГОСТ 16363-98 относится к трудногорючим материалам (I группа).

Показано, что при испытаниях обработанной древесины на устойчивость к вымыванию (ГОСТ 16713–71) для лучших составов антипирированной древесины потеря фосфора составляет $\approx 25\%$, сохранность фосфора (76 % или 73 %) наблюдается для образцов с использованием составов с добавками и образцы сохраняют эффективность огнезащитных свойств материалов I группы (см. ГОСТ 16713–71).

Установлено, что влагопоглощение антипирированной древесины (ГОСТ 30219–95) зависит от введенной добавки и составляет 16 % – 19 %, что в 1.7 – 2 раза меньше, по сравнению с исходной необработанной древесиной.

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF ADDITIVES IN COMPOSITION OF INTUMESCENT FLAME-RETARDANT ON THE PROPERTIES OF IMPREGNATED WOOD

Abstract: The influence of additives in composition of the developed fire-retardant on fire-protective properties, water resistance and moisture absorption of fire-protected wood was studied.

**А.В. Макаревич¹, Г.М. Пушнова¹, Н.В. Сенчук², Е.И. Паркалова¹,
А.В. Мельгуй¹, С.В. Паркалов¹, В.В. Гулевич¹**

¹РУП «Производственное объединение «Белоруснефть», БелНИПИнефть, Беларусь, e-mail: makarevich@beloil.by

²ОАО «Завод горного воска», Беларусь, e-mail: zgv@tut.by

СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ВОЛОКНА «НИТРОН» В РЕАГЕНТЫ ДЛЯ ОГРАНИЧЕНИЯ ВОДОПРИТОКА В НЕФТЯНЫЕ СКВАЖИНЫ

Разработан способ переработки технологических отходов волокна «нитрон» (ПО «Полимир») в химические реагенты, предназначенные для ограничения водопритока в нефтяные скважины. Его суть состоит в варке водном растворе гидроксида натрия измельченных влажных отходов волокна при оптимизированных (по технико-эксплуатационным показателям готового продукта) рецептуре реакционной смеси и режимах процесса. Получаемый продукт представляет собой вязкий щелочной раствор гидролизированных полиакрилонитрильных волокон (реагент «ОВП–1»), который может быть модифицирован добавками технических лигносульфонатов (реагент «ОВП–2»).

«ОВП–1» и «ОВП–2» используют в химических технологиях ограничения водопритока. С этой целью их водные растворы или более сложные композиции закачивают в обводненные добывающие или нагнетательные скважины. При попадании растворов в пласт молекулы гидролизованного полиакрилонитрила взаимодействуют с катионами поливалентных металлов (Ca^{2+} , Mg^{2+}) растворенных солей пластовых вод. В результате, в высокопроницаемых обводненных зонах порового пространства пластов формируются полимерные тампонажные материалы, препятствующие фильтрации воды.

С декабря 2005 г. по июнь 2009 г. в ОАО «Завод горного воска» выпущено и поставлено в РУП «ПО «Белоруснефть» около 1,9 тыс. т реагента «ОВП–1». С применением композиций «ОВП–1» выполнены ремонтно-изоляционные работы различных видов с высоким показателем успешности, а также геолого-технические мероприятия по увеличению охвата пластов заводнением. Эффект от внедрения «ОВП–1» за указанный период составил свыше 15 млрд. рублей, более 150 тыс. т дополнительно добытой нефти.

Технология получения «ОВП–2» отличается уменьшенным (на 30 %) расходом полимерного сырья. Этот более совершенный реагент имеет улучшенные по сравнению с «ОВП–1» технологические показатели: пониженную вязкость товарного продукта и рабочих растворов (что облегчит перетарку продукта и закачку его композиций в пласт); повышенный объем тампонажного материала при сохранении высоких деформационно-прочностных показателей и водоизолирующей способности. Выполнены подготовительные работы по выпуску опытно-промышленной партии «ОВП–2» в ОАО «Завод горного воска» и организации его промысловых испытаний на объектах РУП «ПО «Белоруснефть».

PROCESSING TECHNIQUE OF «NITRON» FIBERS WASTE INTO REAGENTS FOR WATER SHUT OFF

Abstract: Processing technique of «Nitron» (PU «Polymir») fibers waste into reagents for water shut off has developed. Its essence consists in boiling in aqueous solution of sodium hydroxide wet shredded waste fibers with optimized (by technical performance of the final product) recipes and modes of reaction mixture process. The resulting product is a viscous solution of alkaline hydrolyzed polyacrylic fiber (reagent «OVP-1»), which can be modified by adding technical lignosulfonates (reagent «OVP-2»).

М.В. Макаренко, С.А. Усанов

ГНУ «Институт биоорганической химии НАН Беларуси», Беларусь,
e-mail: makarenko@iboch.bas-net.by

КРИОСТРУКТУРИРОВАНИЕ ГИДРОГЕЛЕЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Композиционные биосовместимые гидрогели обладают уникальным сочетанием химических и физических свойств принципиально важных для применения в качестве материалов биомедицинского и биотехнологического назначения. Однако они являются нестабильными и требуют закрепления структуры с использованием дополнительных, зачастую токсичных, сшивающих реагентов или жесткого излучения. Это в значительной степени усложняет и удорожает технологию их получения. Метод криоструктурирования (повторного оттаивания/замораживания) является перспективным для увеличения прочности и износостойкости криогелей без применения химической сшивки.

Целью настоящей работы является разработка новых наноконпозиционных материалов методом криотропного гелеобразования в водных и в водно-органических средах. Были синтезированы криогели, содержащие поливиниловый спирт, полиэтиленгликоль, поливинилпирролидон, производные целлюлозы, нанодисперсные фосфаты (фосфат кальция, гидроксиапатит, карбонатзамещенный гидроксиапатит).

Осуществлена оценка влияния концентрации полимерной матрицы, неорганических наполнителей и количества циклов криоструктурирования (1–15) на их проницаемость для молекул воды и степень набухания (Q_{sw}) криогелей. Показано увеличение влагоотдачи криогелей на основе ПВС в 1,5–3 раза по сравнению с образцами, не подвергавшимися криоструктурированию. Установлена зависимость между температурой сушки криогелей (20–150 °C) и их водостойкостью — значительное уменьшение набухаемости криогелей после их термообработки при 100–125 °C. Состав растворителя, характер и

соотношение используемых ингредиентов определяют прочность и прозрачность ПКМ, шероховатость поверхностных слоев. Изучены физико-механические свойства полученных криогелей.

Степень гомогенности, морфология и микроструктура полученных нанокомпозитов подтверждена результатами электронной и атомно-силовой микроскопии. Показано влияние режимов формирования криогелей на их структуру и плотность упаковки структурных элементов, образование устойчивой пространственно-сшитой сетки полимерного композита, что приводит к изменению свойств материала. Триботехнические испытания показали увеличение износоустойчивости в процессах трения скольжения. Полученные композиционные материалы могут быть использованы в медицине для конструирования биоимплантатов.

CRYOSTRUKTURIZATION OF HYDROGELS FOR PREPARATION THE POLYMERIC COMPOSITES

Abstract: Polymeric composites been prepared by a freezing-thawing treatment of aqueous and water-organic solutions of hydrogels and investigations made of the effect of both number of freezing-thawing cycles and different content of polymeric matrices and inorganic ingredients on the properties of the cryogels.

**М.В. Макаренко¹, В.В. Савич², Н.А. Шипица², М.Г. Киселев³, Т.П. Павич³,
Г.К. Жавнерко⁴, С.А. Усанов¹**

¹ ГНУ «Институт биоорганической химии НАН Беларуси», Беларусь,
e-mail: makarenko@iboch.bas-net.by

² ГНУ «Институт порошковой металлургии НАН Беларуси», Беларусь

³ УО «Белорусский национальный технический университет», Беларусь

⁴ ГНУ «Институт химии новых материалов НАН Беларуси», Беларусь

МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВЫХ ИМПЛАНТАТОВ: ТОПОГРАФИЯ И АДСОРБЦИЯ БЕЛКОВ

Внедрение в медицинскую практику имплантатов радикально изменило способ лечения травм и заболеваний в ортопедии и стоматологии. Успех интегрируемости имплантата с прилежащими тканями в значительной степени определяют топография и шероховатость его поверхности, стимулирующие процесс образования костной ткани (остеосинтез). Целью настоящей работы

является сравнительная оценка *in vitro* биоактивности титановых имплантатов, полученных различными методами обработки.

Методами электронной и атомно-силовой микроскопии показана тенденция увеличения шероховатости поверхности имплантатов, полученных дробеструйной, пескоструйной, электроэрозионной, ультразвуковой и кислотной обработками. Получены параметры шероховатости RMS (R_q) – у необработанного образца имплантата (контроль) составляет 99,9 нм, после ультразвуковой обработки 136,4 нм, электроэрозионной 182,3 нм, дробеструйной 392,5 нм, кислотной 779,6 нм. Перепад высот на площади 10×10 мкм² у исходного образца составляет 637,6 нм, у модифицированных образцов, соответственно, УЗК 904,7 нм, ЭЭО 1611 нм, струйная 2252 нм, кислотная обработка лидирует – 4644 нм.

Для моделирования адсорбции белков на поверхности имплантатов был выбран человеческий сывороточный альбумин (ЧСА), доминирующий в крови белок (52–62 % от общего количества сывороточных белков). Каждый образец инкубировали в течение определенного времени в буферном растворе с возрастающей концентрацией радиомаркера: от 0,25 до 5,0 мкг/мл (метод последовательного насыщения). Тестирование (при концентрации ¹²⁵I-ЧСА 5,0 мкг/мл) показало высокую адсорбционную емкость у образцов: после дробеструйной обработки в пределах $43,6 \pm 5,79$ нг/см², пескоструйной обработки в пределах $39,5 \pm 20,36$ нг/см², электроэрозионной обработки $44,3 \pm 2,40$ нг/см², ультразвуковой $38,5 \pm 0,23$ нг/см², необработанного имплантата $23,45 \pm 0,35$ нг/см².

Показана корреляция между адсорбционной емкостью образцов и микроструктурой поверхностного слоя: адсорбционная емкость имплантатов с модифицированной поверхностью ($38,5$ – $53,9$ нг/см²) возрастает по сравнению с необработанным образцом $23,45 \pm 0,35$ нг/см². Установлена неоднородность поверхности имплантатов, полученных методами дробеструйной или пескоструйной обработки.

MODIFICATION OF TITANIUM IMPLANT SURFACES TOPOGRAPHY AND ADSORPTION OF PROTEINS

Abstract: Topography of a surface titanium implants modified by various methods has been investigated by means of electron and atomic force microscopy. In vitro evaluation has been performed of labeled human serum albumin adsorption to the Ti-treated surfaces. Correlation is shown between adsorption capacity, topographical characteristics, and the increase of the 3D surface area of this modified surface.

Т.А. Мамедова, Н.К. Андриященко, Э.Н. Аскерова, М.И. Рустамов

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ВИДОВ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА ПУТЕМ СОВМЕСТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТЯНОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Характерным отличием топливной стратегии сегодняшнего дня является все увеличивающееся потребление биотоплива, что связано как с повышением цен на нефть, так и с ужесточением стандартов качества как на топливо, так и на продукты сгорания, в соответствии с принятыми программами по сокращению выбросов парниковых газов.

Новым подходом к решению задачи получения экологически безопасных видов топлива может служить разработка процесса гидроочистки смесового сырья на основе растительных масел и жиров и нефтяной дизельной фракции с использованием существующих инфраструктур НПЗ.

Это новый технологический процесс, так называемый процесс Green Diesel (Зеленый Дизель), сущность которого заключается в том, что на установке гидроочистки в атмосфере водорода в интервале температур 300–500 °С, помимо традиционной очистки от серы, происходит также превращение триглицеридов растительных масел в линейные углеводороды, сходные с компонентами дизельной фракции. Водород в системе служит также для удаления кислорода из молекул триглицеридов посредством двух конкурирующих реакций: декарбоксимирование и гидродезоксигенирование. Глубина каждой из реакций зависит от катализатора и условий процесса.

В соответствии с поставленной задачей в ИНХП АМЕА были начаты исследования процесса получения различных видов биодизельного топлива путем совместной гидроочистки дизельного дистиллята с растительными маслами растений, произрастающих на территории Азербайджана.

Исследования проводили на лабораторной установке со стационарным слоем катализатора при температуре 300–330°C, давлении 3–3,5 МПа, объемной скорости подачи сырья 4–5 ч⁻¹, объемном соотношении водород: сырье – 350 : 1.

В табл. 1 представлены качественные характеристики дизельного топлива и смесей на его основе с 10, 20 и 30 % содержанием подсолнечного масла после процесса гидроочистки при описанных выше условиях.

Таблица 1. Физико-химические свойства гидроочищенного дизельного топлива в чистом виде и смесей на его основе с различным содержанием растительного масла

№	Наименование	Дизельное	Диз.	Диз.	Диз.
---	--------------	-----------	------	------	------

	показателей	топливо (в чистом виде)	топливо + 10 % подсолн. нерафинир. масла	топливо + 20 % подсолн. нерафинир. масла	топливо + 30 % подсолн. нерафинир. масла
1	2	3	4	5	6
1.	Плотность при 20 °С, г/см ³	0,848	0,8427	0,8463	0,8507
2.	Фракционный состав, % об.:				
	н.к., °С	158	100	138	147
1.	2	3	4	5	6
	10 % перегоняется при температуре, °С	213	204	204	212
	20 % -----//-----	235	234	235	258
	30 % -----//-----	249	246	250	267
	40 % -----//-----	260	263	268	280
	50 % -----//-----	271	275	280	291
	60 % -----//-----	282	284	291	304
	70 % -----//-----	293	296	307	325
1	2	3	4	5	6
	80 % -----//-----	308	311	333	355
	90 % -----//-----	328	340	342	355
	96 % -----//-----	346	360	354	-
3.	Температура вспышки в закрытом тигле, °С	54	58	57	63
4.	Кинематическая вязкость при 20 °С, мм ² /с	5,02	5,36	5,43	6,2
5.	Температура застывания, °С	-13	-15	-35	-34
6.	Кислотность, мг КОН/100 мл топ.	0,99	0,89	0,9	-
7.	Иодное число, г J ₂ /100 г топ.	0,72	0,62	0,55	-
8.	Общее содержание серы, % мас.	0,042	0,06	0,048	0,06
9.	Химический состав, % мас.				
	ароматические + ненасыщенные углеводороды	28,2	23,73	23,6	
	нафтеновые углеводороды	23,8	25,4	25,2	
	парафиновые углеводороды	48,0	50,87	51,2	
10.	Молекулярный вес	-	216	221	-
11.	Содержание фактических смол,		30	31	120

	мг/100 мл				
12.	Цетановое число	42	48	52	-

Как видно из табл. 1, введение в состав дизельного дистиллята до 20 % растительного масла благоприятно сказывается на качественных показателях конечного продукта. При проведении процесса гидроочистки смесового сырья наблюдается увеличение содержания парафиновых углеводородов. Цетановое число получаемого дизельного топлива повышается на 6–10 пункта.

Исходя из вышеизложенного на данном этапе исследований для улучшения качества получаемых дизельных топлив и увеличения их ресурсов за счет вовлечения сырья ненефтяного происхождения можно рекомендовать добавление 20 % растительного масла в состав исходного сырья.

Таким образом, в результате проделанной работы исследованы свойства вовлекаемых в процесс исходных растительных масел, проведены исследования процесса гидроочистки смесового сырья на основе прямгонной дизельной фракции с 10, 20 и 30 % содержанием подсолнечного нерафинированного масла и выявлена принципиальная возможность вовлечения этого вида растительного сырья в процесс получения дизельного топлива с улучшенными характеристиками.

Исходя из вышеизложенного на данном этапе исследований для улучшения качества получаемого дизельного топлива и увеличения его ресурсов за счет вовлечения сырья ненефтяного происхождения можно рекомендовать добавление 20 % растительного масла в состав исходного сырья.

INVESTIGATION OF PROCESS FOR OBTAINING ECOLOGICALLY PURE DIESEL FUEL BY MEANS OF COMBINED TREATMENT OF OIL AND VEGETABLE FEEDSTOCKS

Abstract: The hidrofining process of composition on the base of oil diesel distillate with different content of unrefined sunflower oil has been studied. The possibility of involvement of vegetable raw materials into the process of obtaining diesel with improved quality has been shown with simultaneous increase of their resources at the expense of feedstock of non-oil origin.

К.С. Матвеев, В.В. Пятов

УО «Витебский государственный технологический университет», Беларусь
e-mail: konstant_m@tut.by

ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИЙ РЕЦИКЛИНГ КОМПОЗИЦИИ ИЗ ОТХОДОВ ПОДОШВЕННЫХ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВ ШНЕКОВОЙ ЭКСТРУЗИЕЙ

В настоящее время предприятия легкой промышленности, использующие для изготовления своей продукции полиуретановые и пенополиуретановые композиции, столкнулись с проблемой их утилизации. Связано это с тем, что указанные материалы по своим свойствам не являются термопластами и не могут перерабатываться традиционными методами рециклинга полимеров. В тоже время, поскольку данная группа отходов относится к полимерным материалам, причем повышенной атмосферостойкости и стойкости к воздействию иных деструктирующих факторов, их захоронение на полигонах твердых бытовых отходов не допускается. Поэтому, чаще всего, вся переработка подобных отходов заключается либо в их складировании на территории промышленных предприятий, что приносит значительные убытки, либо в незаконном вывозе. Проблема переработки наиболее актуальна для предприятий обувной отрасли, где объемы использования пенополиуретанов весьма значительны. Имеющиеся наработки в области рециклинга пенополиуретанов показывают, что их переработка не только реально возможна, но и получаемые при этом композиционные материалы могут использоваться непосредственно на тех предприятиях, где они образуются.

Проведенные исследования процесса термомеханического рециклинга обувных подошвенных пенополиуретанов, которые осуществлялись на экструдере шнекового типа, позволили разработать специализированную шнековую машину для переработки отходов пенополиуретанов. При рециклинге отходов пенополиуретанов происходит процесс линеизации молекулярной структуры, который сопровождается значительным уменьшением молекулярной массы полимера, при этом кратность процесса может достигать семикратной переработки. На основе изучения влияния технологических и конструктивных параметров процесса термомеханического рециклинга на структурные и эксплуатационные характеристики получаемых композиционных материалов определены возможные области их применения.

Выявлено, что использование отходов обувных пенополиуретанов, которые ранее прошли процесс линеизации, в качестве деструктирующего агента, позволяет осуществить процесс деструкции отходов жестких полиуретанов в термопластичные композиции.

**THERMOMECHANICAL RECYCLING COMPOSITIONS
FROM THE WASTE OF SOLE FOAMPOLYURETHANS SCREW EXTRUDERS**

Abstract: Work is devoted a problem of waste regaining of shoe foampolyurethans. Process of a destruction of a waste is developed. Processing process concerns the thermomechanical. As a result of processing receive a thermoplastic material.

О.Н. Медведева

Саратовский государственный технический университет,
Строительно–архитектурно–дорожный институт, Россия,
e-mail: medvedeva-on@mail.ru

РАЗРАБОТКА ЭКОНОМИКО–МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДВУХСТАДИЙНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Достижение современного уровня социально–бытовых условий требует оснащения всех категорий потребителей различными видами инженерного сервиса. Из всех инженерных коммуникаций важнейшими являются системы газоснабжения, на долю которых приходятся наибольшие капиталовложения и расходы энергетических ресурсов. Одной из первостепенных задач является развитие ресурсосберегающих и безопасных систем газоснабжения, оптимизация газопотребления в рыночных условиях, а также внедрение передовых технологий на объектах газоснабжения. В современной практике энергоснабжения населенных пунктов все более широкое применение получают децентрализованные системы газоснабжения на базе сетевого, сжиженного углеводородного и сжиженного природного газов. Использование последних в районах, которые находятся на значительном удалении от магистральных газопроводов, представляется наиболее перспективным. Указанные энергоносители обеспечивают высокий уровень инженерного сервиса и в наибольшей степени отвечают социальным, экономическим и санитарно-техническим требованиям. В то же время отсутствие рекомендаций по определению затрат и зон рационального применения систем энергоснабжения на базе ПГ, СУГ, СПГ в условиях неопределенности конвертирования ценовых факторов снижают экономичность децентрализованных систем газоснабжения.

Предлагаемая автором экономико-математическая модель обоснования выбора вида и зон применения газообразного топлива в условиях их постоянного и временного использования комплексно учитывает удаленность потребителя от опорного пункта газоснабжения, объем потребления газа, продолжительность его использования, плотность населения, соотношение промышленного и бытового газопотребления.

DEVELOPMENT OF ECONOMIC-MATHEMATICAL MODEL TWO-PHASIC GASIFICATION OF SETTLEMENTS

Abstract: All over the world requirements to efficiency of use of power resources grow. The radical economy of power resources can be achieved only by the complex approach to the decision of a problem.

М.И. Михайлов, А.А. Карпов

УО «Гомельский государственный технический университет
им. П.О. Сухого», Беларусь, e-mail: Michailov@gstu.gomel.by

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ АБРАЗИВОСОДЕРЖАЩИХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ЭПОКСИПОЛИЭФИРНЫХ СМОЛ НА ЕГО ДЕМПФИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА

Использование композиционного материала в качестве фрикционного покрытия в узлах крепления сборных резцов увеличивает их жесткость и, следовательно, повышает работоспособность режущего инструмента. В процессе резания материал покрытия подвергается воздействию переменных нормальных сил и сил трения, а также значительному градиенту температур. Поэтому при разработке состава покрытия необходим анализ материала с учетом его демпфирующих свойств.

Анализ композиционного материала на основе эпоксиполиэфирных смол заключался в определении физико-химических, физико-механических свойств материала, а также влияние наполнителя материала покрытия на его демпфирующие свойства.

Исследование физико-механических свойств заключалось в определении поведения материала покрытия при нагружении его силами сжатия с определением оптимального его состава, а физико-химических – в проведении дифференциально-термического анализа (ДТА).

Было исследовано покрытие, в состав которого (по основным компонентам) входили: эпоксидная смола, полиэфирная смола, полиамид, абразивосодержащий наполнитель, отвердитель–пластификатор. В качестве варьируемых параметров были приняты: содержание полиэфирной смолы, наполнителя и отвердителя-пластификатора. Планирование эксперимента по составу покрытия осуществлялось с применением рототабельных планов второго порядка.

Уровни факторов и интервалы варьирования выбраны по результатам предварительных поисковых экспериментов.

Наиболее ярко выраженное влияние на адгезию оказывает пластификатор. Так например, увеличение содержания пластификатора в составе покрытия на 15 мас.ч. приводит к росту адгезии в 4 раза, а уменьшение на 15 мас.ч. к снижению её в 10 раз.

Менее выражено влияние содержания в покрытии полиэфирной смолы и наполнителя на его адгезию к твёрдому сплаву. Кривые этого влияния имеют горбообразный характер.

Сравнение рисунков дифференциально-термического анализа позволяет заключить, что чем больше мас. ч. полиэфирной смолы и наполнителя тем меньше усадка покрытия, а значит ниже внутренние напряжения в нём.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что по своим физико-механическим свойствам, разработанные составы соответствуют условиям работы базовых граней спеченных многогранных пластин сборных резцов.

THE IMPACT ANALYSIS ABRASIVE-BEARING FILLING AGENTS COMPOSITION OF THE MATERIAL BASED ON EPOXY-POLYESTER OF RESINES ON ITS DAMPING PROPERTIES

Abstract: On the physical-mechanical properties, designed structures correspond to working conditions of basic edges of sintered polyhedral plates of modular cutters.

М.И. Михайлов, В.А. Шевченко, И.А. Левин

УО «Гомельский государственный технический университет
им. П.О. Сухого», Беларусь, e-mail: Michailov@gstu.gomel.by

ИЗНОСОСТОЙКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОКРЫТИЙ НАПРАВЛЯЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ СТАНКОВ, ПРИСПОСОБЛЕНИЙ И ИНСТРУМЕНТОВ

Задача повышения срока службы и надежности базовых деталей металлорежущих станков (МРС), станочных приспособлений и сборных режущих инструментов, является актуальной в машиностроительном производстве, а также при выполнении ремонтных работ по восстановлению изношенных поверхностей.

Условия эксплуатации направляющих скольжения МРС, как правило, обусловлены целым рядом неблагоприятных факторов – дефицитом смазки на открытых поверхностях деталей, присутствием стружки, пыли, абразивных частиц, отсутствием или недостаточной эффективностью устройств для защиты от попадания в зону трения посторонних включений, переменнoprерывистым характером трения в трибосопряжении, при котором чередуются перемещения и остановки, а также воздействием значительных нагрузок динамического и статического характера, вибрациями и т.д. Комплексный характер воздействия вышеуказанных факторов обуславливает сложность взаимодействия поверхностей при трении и существенно сокращает ресурс работы отдельных деталей и узлов МРС.

Одним из наиболее эффективных методов повышения триботехнических характеристик различных узлов машин является нанесение на контактные поверхности износостойких покрытий из композиционных материалов с полимерной матрицей.

Применительно к различным условиям эксплуатации, режимам нагружения и трения, разработаны однокомпонентные и многокомпонентные составы, которые позволяют изготавливать сменные элементы трибосопряжений – планки, вкладыши, подшипники, а также восстанавливать изношенные поверхности деталей МРС нанесением покрытий. При этом ремонтные работы по восстановлению базовых деталей станков и приспособлений могут выполняться как в условиях специализированных производств, так и непосредственно в цехах предприятий.

В настоящее время разработанные композиционные материалы на основе термореактивных полимерных смол, высокодисперсных наполнителей, модификаторов трения и целевых компонентов широко применяются на машиностроительных предприятиях для изготовления направляющих планок станков, подшипников скольжения, в конструкциях элементов сборных режущих инструментов, а также при восстановлении изношенных поверхностей деталей МРС и технологического оборудования различного назначения. При этом обеспечивается полное восстановление геометрических параметров деталей, параметров точности формы и расположения контактных поверхностей, жесткости.

Ресурсные испытания восстановленных деталей в различных узлах МРС показали, что разработанные композиционные материалы имеют высокие технические характеристики, а их составы и технологию формирования

покрытий необходимо оптимизировать в соответствии с конкретными условиями работы для достижения более высоких эксплуатационных параметров.

POLYMER COMPOSITE MATERIALS FOR WEAR PROTECTION COATING USED IN PLAIN SLIDEWAYS OF MACHINING FACILITIES AND TOOLS

Abstract: The polymer compositions for spare parts production for operation in tribounits of machining facilities and recovery of worn-out surfaces by the way of covering deposition are developed.

Ф.Ф. Можейко, И.И. Гончарик, Т.Н. Поткина, А.И. Войтенко

ГНУ «Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси»
e-mail:secretar@igic.bas-net.by

ИЗУЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ И СТРУКТУРНО-РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СУСПЕНДИРОВАННЫХ ЖИДКИХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ АКТИВИРОВАННОЙ ФОСФОРИТНОЙ МУКИ

Нами показано, что при флотационном обогащении белорусских фосфоритов Мстиславского и Лобковичского месторождений наряду с высококачественным флотоконцентратом в процессе обезвоживания тонкодисперсных фракций – продуктов переработки фосфоритов, образуется высокостабильная суспензия, содержащая фосфоритовую муку. Учитывая высокую стабильность и хорошие структурно–реологические и технологические свойства суспензии, было предложено использовать ее в качестве суспендированных жидких комплексных удобрений (СЖКУ), вводя необходимое количество хлористого калия и азотных удобрений.

Суспензии минеральных удобрений являются грубодисперсными системами, поэтому для придания им гомогенности по всему объему и устойчивости к расслоению в их состав вводят добавки стабилизаторов. В настоящее время самое широкое применение в качестве стабилизаторов суспендированных минеральных удобрений получили различные глинистые минералы. Из них в США практическое применение получили аттапульгитовые глины, обладающие высокой солестойкостью.

В Республике Беларусь отсутствуют месторождения солеустойчивых глин типа аттапульгитовых, не разработаны также научные основы технологии производства СЖКУ. Между тем народнохозяйственная значимость их очевидна. Опыт передовых стран показывает, что применение таких удобрений

позволяет повышать плодородие почв за счет одновременного внесения с минеральными удобрениями химических мелиорантов почв.

Суспендированные жидкие комплексные удобрения – это насыщенные полидисперсные и полиминеральные солевые системы, в которых диспергированы мелкие частицы нерастворимых и растворимых солей, стабилизирующих веществ и др. Преимуществом СЖКУ перед ЖКУ является возможность использовать в качестве источников питательных элементов малорастворимые материалы, в т. ч. фосфоритную муку, что позволяет расширить сырьевую базу для получения комплексных удобрений.

THE STUDY STABILITY AND STRUCTURE-RHEOLOGICAL PROPERTIES OF SUSPENDED LIQUID COMBINED FERTILIZERS ON THE BASIS OF ACTIVATED PHOSPHORITE FLOUR

Abstract: The compositions of suspended liquid combined fertilizers with a broad spectrum of effective ingredients on the basis of phosphorite flour, urea, potassium chloride, sulphate ammonium, producible chemical industry of Belarus, were developed.

А.Х. Насыбулин, А.В. Кухарев, Е.В. Звонарев, А.А. Стефанович

ГНУ «Институт порошковой металлургии», Беларусь,
e-mail: gorokhov47@mail.ru

СИНТЕЗ ПОРОШКА ФЕРРИТА СТРОНЦИЯ ИЗ ОТХОДОВ ТРУБНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Задачей исследований является разработка технологии изготовления порошка феррита стронция из отходов трубного производства РУП «Белорусский металлургический завод».

В цех трубного производства поступают цилиндрические слитки заготовок труб диаметром 140 и 160 мм и длиной 5 м. Наибольшее применение находят стали марок С22Е, С35Еи St52.0. Заготовки нагревают в карусельной печи и подают на установку для удаления окалина. Окалина удаляется резким вращением заготовки. Она отлетает слоями и поступает в желоба, по которым смывается обратной водой в бункер накопитель, находящийся в отдельном здании с перепадом по высоте 14 м. Потребителям ее отгружают краном в вагоны или автомобили.

В год образуется 2,0–2,5 тыс. тонн отходов.

Окалина представляет собой двухслойные выпукло-вогнутые пластинки (по форме заготовки трубы) размерами 10–20 мм с четко видимой невооруженным глазом границей раздела фаз.

Выпуклая сторона состоит из оксидов: Fe_2O_3 – 97,63 % и FeO – 2,37 %. Вогнутая сторона – из оксидов: Fe_3O_4 – 69,79 % и FeO – 30,21 %.

После размола пластин и усреднения порошка он имеет следующий состав: FeO – 55,2 %, Fe_2O_3 – 22,3 %, Fe_3O_4 – 20,9 %, SiO_2 – 0,6 %, MnO – 0,6 %, суммарное содержание остальных оксидов не превышает 0,5 %.

Данный вид отходов существенно отличается от отходов правильного производства, состав которого следующий:

Fe_2O_3 : 96,8 – 98,8%; Al_2O_3 : 0,31 – 0,47%; SiO_2 : 0,70 – 1,40%; MnO : 0,30 – 0,35%; ZnO : 0,20 – 0,50%. Прежде всего в отходах трубного производства имеются низшие оксиды – FeO и Fe_3O_4 , которые при производстве порошка феррита стронция необходимо доокислять при температуре 900 °С до высшего оксида Fe_2O_3 . Вторым отличием является меньшее содержание оксида кремния SiO_2 и несколько большее содержание оксида марганца MnO . В отходах трубного производства практически нет других примесей помимо оксидов кремния и марганца. Если отходы правильного производства в исходном состоянии магнитом не притягиваются, то отходы трубного производства являются ферромагнетиками, т.е. намагниченность определяется разностью магнитных моментов двух магнитных подрешеток:

1) состоящей из ионов Fe^{3+} и Fe^{2+} , находящихся в октаэдрических узлах;

2) состоящей из ионов Fe^{3+} , находящихся в тетраэдрических узлах;

При доокислении ферромагнетизм исчезнет.

Для синтеза феррита стронция использовали карбонат стронция производства Кирово-Чепецкого химического комбината по ТУ 95–2326–91.

Исходную окалину измельчали в мельнице при соотношении массы мелющих тел (стальных шаров) к массе материала 5:1. После размола 87,3% частиц имели размеры менее 40 мкм.

Доокисление проводили при температуре 900°С в течение 3 ч. Далее материал вновь подвергали размолу в смесителе до размера менее 40 мкм.

Шихту готовили в следующей пропорции: на 1000 г оксида железа 174 г углекислого стронция, что, учитывая примеси в карбонате стронция, обеспечивает формулу феррита стронция $\text{SrO } 5,5 \text{ Fe}_2\text{O}_3$.

Смешивание оксида железа с углекислым стронцием осуществляли в смесителе при соотношении массы мелющих тел к массе шихты 5:1 в течение 90 мин.

Ферритизацию проводили в электропечи в воздушной атмосфере при температуре 1100 °С в течение 1,5 ч.

Синтезированный феррит стронция, дробили в смесителе в течение 20 мин при соотношении мелющих тел к массе материала 5:1.

Синтезированный и размолотый феррит стронция просеивали через сито –140 мкм.

Образцы для измерения магнитных свойств изготавливали по технологии образцов для магнитопластов: 100 г порошка феррита стронция смешивали с 16 г клея БФ 19 и прессовали при давлении 400 МПа.

Все режимы обработки выбирали исходя из ранее определенных оптимальных режимов при синтезе порошка феррита стронция из отходов травильного производства РУП БМЗ с целью сравнения магнитных свойств.

Порошок феррита стронция, полученный по вышеописанной технологии, обладал следующими магнитными свойствами (в скобках для сравнения указаны свойства порошка феррита стронция из отходов травильного производства):

- остаточная магнитная индукция, мТл, 145–150 (160–165);
- коэрцитивная сила по индукции, кА/м, 100–102 (89–93);
- максимальное энергетическое произведение, кДж/м³, 3,19–4,2 (3,0–4,0).

SYNTHESIS OF THE POWDER OF FERRITE OF STRONTIUM FROM TUBAL MANUFACTURE PRODUCTS WASTE

Abstract: The research problem is development of production process of a powder of ferrite of strontium from waste products of tubal manufacture on «the Byelorussian metallurgical plant».

Л.В. Новаш¹, А.А. Андрижиевский², Н.Ф. Капустин³

¹ ГНУ «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны НАН Беларуси», Беларусь, t e-mail: ral@sosny.bas-net.by

² УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь

³ Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства, Беларусь, e-mail: belagromech@tut.by

ПЕРВЫЙ ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Нехватка собственных топливно-энергетических ресурсов вынуждает искать пути использования нетрадиционных и вторичных источников энергии. Так же остро в республике встал вопрос загрязнения окружающей среды стоками различных производств, в особенности животноводческими стоками.

Обе эти проблемы позволяет решить использование биогазовых установок (БГУ).

Энергетическая проблема решается следующим образом: в режиме анаэробного сбраживания 50–70% органического вещества превращается в биогаз, который может быть использован для получения тепловой и электрической энергии с коэффициентом полезного действия 80–90 %; а также для получения сжиженного газа.

Экологическое загрязнение уменьшается за счет как уменьшения хранимого объема стоков (ранее их было необходимо выдерживать определенное время в открытых лагунах), так и за счет санитарной обработки сточных вод и животноводческих стоков, в результате чего уменьшается количество таких микроорганизмов как кишечная палочка, синегнойная палочка и плесневые грибы до безопасных пределов, патогенная микрофлора практически исчезает, яйца гельминтов отсутствуют.

Кроме этого параллельно решаются следующие проблемы:

- агрохимическая (анаэробная переработка отходов животноводства, растениеводства и активного ила приводит к минерализации основных компонентов удобрений (азота, фосфора, калия) и их сохранению; при традиционном способе приготовления органических удобрений методами компостирования, не достигается необходимый уровень минерализации и теряется до 40 % азота);

- экономическая (БГУ могут быть размещены в любом регионе страны, что позволяет не строить газопроводы к отдельным объектам. Использование полученного биогаза ведет к снижению себестоимости продукции, уменьшению экологических платежей);

- социальная (улучшение условий жизни и труда, создание новых рабочих мест).

БГУ включает следующее основное оборудование: метантенк; систему загрузки и выгрузки; системы подогрева и перемешивания субстрата для предотвращения замерзания и организации оптимального режима работы; газгольдер; систему очистки биогаза от примесей; устройства контроля и автоматики для организации оптимальной и безопасной работы.

В настоящее время в Республике Беларусь построены две биогазовые установки, расположенные в РУСП Селекционно-гибридный центр

«Западный», Брестского района, мощностью 520 кВт и в РУП Племптицеавад «Белорусский» Минского района мощностью 340 кВт. С января 2008 г. они работают в режиме пробной эксплуатации.

THE FIRST OPERATING EXPERIENCE OF BIOGAS INSTALLATIONS IN REPUBLIC OF BELARUS

Abstract: This paper presents the experience analysis of tentative operation of first republic biogas installations. Operation of these installations will allow to solve environmental problems and to use secondary energy sources.

И.Г. Новик, А.Э. Сечко

ГНУ «Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения НАН Беларуси»,
Беларусь, irenano@mail.ru

РЕЦИКЛИНГ КАБЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИОГЕННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

В Беларуси кабельная продукция выпускается на Щучинском заводе «Автопровод», Мозырском предприятии «Беларускабель», Минских предприятиях «Белтелекабель» и «БелРоскабель», «Минский кабельный завод, «Минскабель» и других. Увеличение объема производства и потребления кабелей связано с развитием электроники, связи и энергетики, а вместе с тем растет и количество вторичного кабеля, требующего переработки.

Результаты экспериментов показали, что использование регулируемого криогенного воздействия в процессах переработки полимерных композиционных отходов (кабельные отходы, упаковка, конструкционные и облицовочные изделия) позволяет избирательно разрушать и отделять полимерные слои композиционного материала с приложением минимальных внешних нагрузок (удар, сжатие, кручение).

С использованием схемы испытания по определению стойкости к удару приведенной в СТБ 1451–2004 определены необходимые значения энергии разрушения полимерного слоя при криогенном воздействии, которые составили для полиэтилена 1,59 Дж, а для поливинилхлорида – 1,04 Дж.

Существенное снижение энергозатрат при реализации данного способа обусловлено тем, что разрушению подвергается только полимерная оболочка, без необходимости дробить метал. Наибольший экономический эффективности при переработке кабельных отходов можно достигается при условии предварительной сортировки отходов по виду изоляции. В этом случае для достижения полной чистоты рекуперированного полимера не

требуются дорогостоящие способы разделения вторичной полимерной крошки и металлов.

CABLE WASTE PRODUCTS RECYCLING WITH USE OF CRYOGENIC REFRIGERATION

Abstract: The capability of the considerable drop of power costs for metal polymer systems recycling is dispelled, in particular, for waste of cable production. Calculated and experimentally affirmed results about duration of refrigerating of materials in liquid nitrogen and the pressures necessary for brittle behaviour and removal of a polymeric layer from a cable is shown.

В.Е. Обухов, Е.П. Шпак

Научный инженерный центр «Плазмотег» Физико-технического института
НАН Беларуси, Беларусь e-mail: odukhov@tut.by

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВАКУУМНОЙ МИКРОЛИТОГРАФИИ КАК ПУТЬ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Альтернативой традиционной «мокрой» микролитографии в микроэлектронике является «сухая» лазерная вакуумная микролитография, в которой прямое формирование рельефных (3D) структур в слоях вакуумного резиста из органического не полимерного материала проводится лазерным излучением по абляционному процессу. Экспериментальное определение оптимальных условий экспонирования резиста очень трудоемкий процесс, требующий больших временных и материальных затрат.

В настоящей работе решалась задача по снижению затрат на отработку процесса вакуумной микролитографии топологии ИМС посредством метода компьютерного моделирования путем определения оптимальных условий экспонирования резиста без выполнения дорогостоящего экспериментального подбора;

В результате проведенного компьютерного моделирования установлено следующее:

— при лазерной абляции пленок органических материалов, сублимирующих в вакууме без разложения и реальных плотностях энергии в импульсе достичь полного удаления материала резиста с поверхности подложек не представляется возможным из-за того, что начиная с некоторой критической толщины оставшегося слоя коэффициент поглощения лучистой

энергии удаляемым материалом резко падает и выделяемой в нем за счет излучения тепловой энергии недостаточно для сублимации;

- толщина критического слоя удаляемого материала не зависит от первоначальной толщины удаляемой пленки и плотности энергии в лазерном импульсе, а определяется только теплофизическими и оптическими свойствами этого материала;

- для лазерной абляции органических материалов с поверхности подложек энергетически более выгоден многоимпульсный режим, чем одноимпульсный, при малых плотностях энергии в импульсе.

- с уменьшением размера формируемых лазерным излучением элементов 3D-структур в слоях вакуумного резиста оптимальные значения доз излучения возрастают;

- влияние расположения элементов тестового рисунка на воспроизведение формы и размеров друг друга тем выше, чем меньше размер формируемого элемента и выше значение порога абляции резиста; при оптимальных дозах излучения влияние близкорасположенных элементов на воспроизведение их формы и размеров минимально;

- методом компьютерного моделирования возможно рассчитать условия экспонирования вакуумных резистов близкие к оптимальным.

PROCESSES OF THE VACUUM MICROLITHOGRAPHY MODELLING AS A WAY OF REDUCTION OF COSTS OF THE NEW TECHNOLOGIES DEVELOPMENT

Abstract: The results simulation of the processes of 3D-structures formation in vacuum resist films by the method of laser vacuum lithography are demonstrated. It is shown that the simulation gives a possibility to avoid the expensive technological experiments for the finding of optimum condition exposition of the vacuum resist

В.В. Опекунов¹, В.Н. Тыртыгин¹, В.В. Иванов²

¹ УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Беларусь, e-mail: kaf_stroimat@post.grsu.by

² Поволжский государственный университет сервиса, Россия, e-mail: ivanov@tolgas.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ КАОЛИНА ОТ КРАСЯЩИХ ПРИМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ВЫСОКОГРАДИЕНТНОЙ МАГНИТНОЙ СЕПАРАЦИИ

Каолин используется в качестве наполнителей в целлюлозно-бумажном производстве, производстве фарфора, керамики, цемента и т.д. Каолины юга

Беларуси, представлены в 4-мя месторождениями: Ситница, Дедовка (Житковичский район Гомельской области), Люденевичи, Березина (Гомельская обл.). Наиболее крупные – Дедовка и Ситница. (Разведанные запасы 4,9 млн.т.). В связи с высоким содержанием в каолинах красящих оксидов (оксидов железа и титана), они не пригодны без специального обогащения для производства фарфора – фаянсовых изделий. Существующий гравитационный способ очистки (обогащения), не способен обеспечить получение каолинов, удовлетворяющих требованиям марок КФ-1 и КФ-2 (ГОСТ 21286–82). Однако его можно интенсифицировать, используя экологически чистую технологию на основе метода высокоградиентной магнитной сепарации (ВГМС). Этот метод широко используется за рубежом. Более половины каолинов США и Европы, очищаются от красящих примесей методом ВГМС.

Метод ВГМС основан на различие магнитных свойств частиц сырья. Сущность метода заключается в том, что очищаемое сырье (суспензия) пропускается через рабочую зону магнитного сепаратора, внутри которой помещена специальная матрица, под действием электромагнитных катушек сепаратора генерирующая высокоградиентное магнитное поле градиентом до $2 \cdot 10^7$ кА/м². Образуется два продукта – очищенный каолин и «магнитный каолин», удержанный матрицей. В зависимости от вида материнской породы и режимов ВГМС, повышение белизны очищенного каолина (ГОСТ 16680–79), составляет в среднем от 3 до 6%, суммарное содержание красящих примесей снижается на 0,3–0,4%.

Проведенные ранее в России исследования по очистки от красящих примесей методом ВГМС каолинов российских, украинских и казахских месторождений, позволяют прогнозировать использование метода ВГМС для интенсификации очистки от красящих примесей, например, каолина белорусского месторождения Ситница, с целью использования его в производстве фарфора–фаянсовых изделий. На это указывает, в частности близость химических составов каолинов месторождения Ситница (обогащенного) и украинского каолина Просяновского месторождения.

THE ECOLOGICAL TECHNOLOGY OF CLEARING KAOLIN IN A HIGH-GRADIENT MAGNETIC FIELD

Abstract: The method of appropriate technology to form the basis on method of high-gradient magnetic filtration (HGMF) to refinement from dye-stuffs kaolin in Byelorussian deposit Sitnica with purpose to use in white ware production.

П.И. Письменский, Е.В. Дубоделова, И.А. Хмызов, Т.В. Соловьева

УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ОСИНЫ (POPULUS TREMULAE) В ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ МАССЫ

В настоящее время в лесном фонде Республики Беларусь преобладает древесное сырье мягколиственных пород, которое все еще не находит широкого комплексного применения. Деревообрабатывающая промышленность потребляет главным образом древесину хвойных пород. В производстве перспективного нового вида волокнистого полуфабриката – термомеханической массы (ТММ) наибольшее распространение получила также хвойная древесина. Для получения газетной бумаги на предприятии в г. Шклове по проекту должна использоваться ТММ из древесины ели. Ель произрастает в нашей республике диффузно, а доставка ее из-за рубежа дорогостояща. Поэтому проблема замены древесины хвойной породы на менее дефицитную лиственную для производства ТММ является актуальной.

Однако древесная масса, полученная из древесины лиственных пород, имеет изменчивый фракционный состав и не позволяет обеспечить стабильно высокие показатели прочности готовой продукции, что сдерживает ее широкое промышленное применение. Структура, размерные параметры анатомических элементов, химический состав и технические свойства древесины лиственных пород широко варьируют в пределах отдельных пород. Поэтому для разработки технологии получения ТММ была выбрана индивидуальная порода – осина, которая в больших объемах произрастает на территории республики. По литературным данным именно древесина осины представляет реальный интерес для производства волокнистых полуфабрикатов. Древесина этой породы имеет светлую окраску. Она отличается мягкостью и низкой плотностью по сравнению с другими лиственными породами, что позволит затрачивать меньшее количество энергетических ресурсов при размоле и получении готового волокнистого продукта.

Проведенные на кафедре химической переработки древесины исследования показали, что активирование лигноуглеводного комплекса древесины осины в процессе ее размола позволяет повысить показатели прочности получаемой термомеханической массы и ее листообразующие свойства до уровня ТММ из еловой древесины. В качестве активаторов по нашему мнению целесообразно использовать такие высокорекреационно-способные по отношению к древесине соединения, как: сульфит натрия (Na_2SO_3) и уксусная кислота (CH_3COOH). При этом расходы указанных химических реагентов сравнительно невелики – от 0,05% до 1,5% к массе абсолютно сухой древесины.

USE OF ASP WOOD (POPULUS TREMULAE) IN TECHNOLOGY OF THERMOMECHANICAL MASS

Abstract: Research results, which show the possibility use of asp wood as the raw materials for manufacture thermomechanical mass. For increase quality got material necessary chemical activation of components of a lignocarbhydrate matrix of wood.

О.А. Параска, С.А. Карван

Хмельницкий национальный университет, Украина

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Современные тенденции развития технологических процессов характеризуются переходом к ресурсосберегающим, безотходным технологиям за счет совмещения технологических операций, сокращения длительности процесса, сырьевых затрат, повторного использования химических реагентов, воды.

Поскольку наиболее распространенными веществами, которые используются в технологических процессах обработки текстильных материалов, являются поверхностно-активные вещества (ПАВ), то авторы провели исследования и разработали высокоэффективные композиционные составы на основе доступных, недорогих, биоразлагаемых ПАВ для интенсификации процессов мойки и химчистки изделий:

- композиция, состава (мас.%): фибро–текс 25 – 11; синтанол ДС 10 – 5; фосфоксит–7 – 6,8; сорастворители (циклогексанол и 2 пропанол, 2:1) – до 100;
- композиция, состава (мас.%): фосфоксит – 7 – 4,67; циклимид – 0,94; изобутанол – 18,7; ПХЭ до 100;
- микроэмульсионные системы (МКЭ), состава (мас. %): фосфоксит–7 – 4,47; циклимид – 0,89; изобутанол – 17,87; воды – 4,47; ПХЭ до 100 (прозрачная эмульсия); фосфоксит–7 – 4,37; циклимид – 0,87; изобутанол – 17,47; воды – 6,55; ПХЭ до 100 (полупрозрачная эмульсия).

Разработанные композиции рекомендуются для использования в процессах предварительной зачистки изделий, химической чистки, в качестве усилителей химической чистки. Кроме того, в процессе чистки придаются грязеудаляющие и антистатические свойства текстильным материалам.

Все ПАВ, входящие в состав композиций, являются безопасными и малотоксичными веществами. Фибротекс 25 – неионогенное ПАВ – проявляет высокое моющее действие при низких температурах, мягко воздействует на

кожу человека, биохимический распад составляет более 80 %. Фосфоксит-7 – анионоактивное ПАВ – характеризуется высокими технологическими показателями, степень биораспада до 80 %. Синтанол ДС-10 – неионогенное ПАВ – обладает высоким моющим действием, не раздражает кожу человека, быстро и полностью поддается биораспаду. Циклимид – амфотерное ПАВ, характеризуется высокими показателями эффективности, проявляет активное моющее действие при низких температурах. Широко используется в производстве косметических и детских моющих средств. Обладает бактерицидным действием, не токсичен.

Таким образом, использование предложенных композиционных составов для химической чистки текстильных материалов позволяет перейти к ресурсосберегающим, технологиям, сократить энергозатраты, улучшить экологические показатели процесса, уменьшить стоимость услуги, повысить качество химической чистки.

ECOLOGICAL ASPECTS OF THE USE OF SURFACE ACTIVE SUBSTANCES IN CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL PROCESSES

Abstract: High-efficiency composition compounds for washing and dry-cleaning of goods have been elaborated by the authors. Their use enables to pass to energy saving technologies, decrease energy expenses, increase ecological indices of the process.

А.А. Пенкин¹, В.И. Темрук², О.А. Новосельская¹, Т.В. Соловьева¹

¹УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь,

²ПУП «Бумажная фабрика» Гознака, Беларусь

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ БУМАГИ ДЛЯ ПЕЧАТИ С МОДИФИЦИРОВАННЫМИ КАРБОНАТНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ

Широкое применение карбонатных наполнителей в производстве бумаги для печати обусловлено двумя основными причинами: улучшением комплекса эксплуатационных характеристик бумаги, в частности, печатных свойств, оптических показателей, равномерности макроструктуры, а также заменой части дорогостоящего целлюлозного волокна на дешевое минеральное вещество, что непосредственно сказывается на снижении себестоимости продукции. Эффективное использование карбонатных наполнителей в технологии бумаги для печати предусматривает их высокую степень удержания в структуре бумажного листа, которая позволяет обеспечить:

снижение затрат на полуфабрикаты и химикаты, сокращение расхода свежей воды и энергии, уменьшение затрат на очистку стоков, увеличение производительности оборудования.

Одним из способов достижения высокого удержания карбонатных наполнителей в бумаге является их модифицирование полимерными веществами, которое также способствует улучшению эксплуатационных характеристик бумаги.

Целью работы являлось научное обоснование и разработка технологии модифицирования карбонатных наполнителей – мела и мраморного кальцита катионным крахмалом и ее применение в производстве бумаги для печати.

Установленные в ходе исследований закономерности изменения электрокинетических свойств и гранулометрических характеристик карбонатных наполнителей под воздействием на них катионного крахмала характеризуют перезарядку частиц наполнителей и их флокулообразование с увеличением степени удержания в бумаге с 56 до 88 % и повышением ее физико–механических показателей на 70–80 %, печатных свойств по показателю оптической плотности оттиска на 12–13 % и белизны с 81 до 85 %.

Разработанная технология модифицирования карбонатных наполнителей, предусматривает обработку их 5,0 %-ных водных суспензий раствором катионного крахмала с расходом 1,0 % от а.с. наполнителя при температуре до 30°C в течение 15 – 20 мин в емкости, снабженной регулятором частоты вращения вала мешалки. Применение технологии модифицирования мраморного кальцита катионным крахмалом позволило ПУП «Бумажная фабрика» Гознака освоить выпуск нового импортозамещающего вида бумаги для печати – марки Д-3 с высоким содержанием наполнителя, повышенными физико–механическими и печатными свойствами.

RESOURCE SAVING IN MANUFACTURE OF THE PRINTING PAPER WITH MODIFIED CARBONATE FILLERS

Abstract: influence of ground calcium carbonate filler (chalk and marble) modification on it particle size and electrokinetic properties as well as filler retention and printability of paper was investigated. A key finding of recent research is that the filler modifying leads to particle electrokinetic charge exchanging and its flocculation. This opportunity positively influences filler retention and printability of paper incorporated therein. Mill trials and industrial introduction of the developed technology of marble modification on «Paper-mill» of Goznak confirmed that paper producing with modified filler has increasing filler retention and higher printability.

Ю.Н. Погорелова¹, К.И. Жакова²

¹УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь, e-mail: yuliapaharelava@open.by

²НПЦ Национальной академии наук по продовольствию, Беларусь

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Свекловичный жом, образующийся в значительных количествах (70–90% от массы свеклы) при получении пищевого сахара, можно отнести к вторичным сырьевым ресурсам. В настоящее время промышленность ориентирована на использование свекловичного жома в основном в непереработанном виде. Это приводит к потере (до 40%) имеющихся в нем питательных веществ. Кроме того, избыточное содержание воды в жоме затрудняет и удорожает его транспортировку.

В состав жома входит (% к общей массе): пектиновых веществ – 48–50, клетчатки – 22–25, гемицеллюлоз – 21–23, азотистых веществ – 1,8–2,5, минеральных веществ – 0,8–1,3, а также содержатся витамины (B1, B2, B6, C и др.), ферменты, небольшие количества жира и фитостеринов. Вследствие этого жом может считаться одним из основных компонентов кормов, используемых в животноводстве, а также относится к наиболее перспективному сырью для получения низкоэтерифицированного пектина, который находит широкое применение в медицине, фармакологии, кондитерской промышленности.

В странах СНГ и за рубежом к инновационным направлениям относят разработку и внедрение технологий, направленных на получение из свекловичного жома осветленных свекловичных волокон, биологически активных добавок, пектина; активно ведутся разработки по комплексному использованию сырья и безотходной переработке образующихся вторичных ресурсов с применением микробиологической биотрансформации сырья, главным образом в направлении обогащения его белком, синтезируемым бактериями, дрожжами или грибами в целях получения кормов и кормовых добавок.

Целью работы являлось исследование процесса биоконверсии субстратов на основе свекловичного жома с получением углеводно-белковой кормовой добавки, а также исследование процесса получения пектина.

В результате эксперимента установлено, что путем биоконверсии способом твердофазной ферментации с применением ассоциации мицелиальных грибов *Aspergillus sp.* ТБ 03 и *Trihoderna viride* возможно получить углеводно-белковую кормовую добавку с содержанием сырого протеина до 19%. Для получения пектина из свекловичного жома в качестве экстрагента можно использовать соляную и серную кислоты. Процесс наиболее эффективно протекает при температуре 70°C и pH 1,0–1,1. При этом выход пектина от исходного сырья превышает 20%, содержание в нем галактоуроновой кислоты составляет более 30%, а степень этерификации около 55%.

PROSPECTS OF THE USE BEET PRESSAKE IN REPUBLIC BELARUS

Abstract: New directions of use beet press in Byelorussia are considered. It is shown, that by bioconversion by way solidpfases fermentations with application of association mushrooms *Aspergillus sp.* ТБ 03 and *Trihoderna viride* it is possible to receive the carbohydrates-albuminous fodder additive with the contents of a crude protein up to 19 %. Process of reception of pectin is investigated and parameters of its carrying out - temperature 70°C, pH 1,0-1,1, a sulfuric acid in quality extractions agent are established. An output of pectin from raw material up to 20-26 %, a degree esterification up to 55 % is shown

К.Г. Пугин

Пермский государственный технический университет, Россия,
e-mail 123zzz@rambler.ru

НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ ШЛАКОВОГО ЩЕБНЯ

В общем объеме образующихся отходов производства и потребления доля предприятий металлургической отрасли в России составляет около 70 % или 189,8 млн. т. в год. Металлургические шлаки являются неизбежным побочным продуктом основного производства и составляют от 17 до 50 % от объема произведенного металла.

В состав шлака попадают минеральные вещества топлива, а также элементы огнеупоров печей, поэтому они обладают сложным вещественным составом. В химическом составе шлаков присутствуют до 30 оксидов. Главными из них являются: SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, FeO, MnO, CaO, MgO. Остальные не играют значительной количественной роли, однако могут

мигрировать в окружающей среде и определять ее загрязнение. Metallургические шлаки представляют собой ценное сырье для производства ряда строительных материалов и изделий, являющихся более дешевыми, чем полученные из природного сырья.

Целью работы является установление величины антропогенной нагрузки на окружающую среду бетонов на основе metallургических шлаков.

По результатам исследования физико-химических и физико-механических свойств шлакового щебня ОАО «Чусовской metallургический завод» выявили его соответствие нормативным требованиям и определили возможность использования в производстве цементобетона. На основании изучения физико-химических показателей щебня из metallургических шлаков нами определено, что в случае использования их для производства бетонов возможны эмиссии металлов.

В качестве модельных сред использовали дистиллированную воду и аммонийно-ацетатный буфер (pH=4,8), моделирующий кислотные осадки, которые характерны для большинства крупных городов России.

Нами были проведены исследования для следующих образцов: шлак доменный, образец бетона с использованием в качестве заполнителя шлакового щебня и образец бетона с использованием в качестве заполнителя природного щебня.

Проведенные экспериментальные исследования показали большую эмиссию металлов при использовании в кислых средах. По отдельным металлам превышение ПДК в несколько раз.

A NEGATIVE IMPACT ON THE ENVIRONMENT BASED ON WASTE METALLURGY CONCRETES

Abstract: Studies on the basis of cyberkids concretes waste industry and determined emit metals model environment. Maximum permissible concentrations of metals in when you receive the following model environment exceed several times on certain metals.

**О.П. Реут, Е.Е. Петюшик, В.Е. Романенков, А.С. Калиниченко,
Н.А. Афанасьева, Т.Е. Петюшик**

УО «Белорусский национальный технический университет», Беларусь,
e-mail: rom52@mail.ru

ПОРИСТАЯ НАНОСТРУКТУРНАЯ КЕРАМИКА НА ОСНОВЕ Al_2O_3

Современные методы создания объемных наноструктурных керамических материалов включают стадию получения нанопорошков с

последующим их компактированием и спеканием, в процессе которого нередко происходит слияние наночастиц, что не обеспечивает формирования наноструктуры в спекаемой керамике.

В БНТУ, г. Минск разработана технология получения пористой наноструктурной керамики, позволяющая исключить стадии синтеза нанопорошка, компактирования и спекания. В основе технологии лежит процесс гидратационного твердения пигментной алюминиевой пудры марки ПАП-2. Реакция протекает в «мягких» условиях (температура не выше 100°C , давление нормальное), и не требует применения автоклавного оборудования.

Композиционные изделия имеют выраженную иерархическую пористую структуру, включающую сообщающиеся поры размером от 4,5 нм до 120 мкм. Коэффициент проницаемости изделий составляет от $0,5 \times 10^{-13}$ до 10^{-10} м^2 . Общий объем пор изделий и удельная поверхность по БЭТ составляют 0,40–0,50 $\text{см}^3/\text{г}$, 54–64 $\text{м}^2/\text{г}$ (до 400 $\text{м}^2/\text{г}$). Механическая прочность изделий в зависимости от свойств исходного дисперсного алюминия: предел прочности при сжатии – не менее 24 МПа. Коэффициент теплопроводности композиционного материала $\sim 0,5 \text{ Вт}/(\text{м} \times \text{К})$. Материал содержит наночастицы как равновесной, так и неравновесной формы в зависимости от условий кристаллизации гидроксида из раствора. Материал может быть сформирован в виде тонкого слоя на компактной алюминиевой подложке и обладает высокой стойкостью к термическим ударам и не разрушается при резких перепадах от 550 до 10°C , от -70 до 10°C .

Преимущества разработанной технологии наноструктурной керамики:

- позволяет создавать пористые проницаемые изделия, состоящие из нанокристаллов $\text{Al}(\text{OH})_3$ или Al_2O_3 ;
- кардинальное снижение энергозатрат;
- повышает экономичность технологического процесса также за счёт применения серийных исходных материалов и оборудования, сокращения числа операций, энерго- и трудоёмкости процесса.

POROUS NANOSTRUCTURED CERAMICS BASED ON Al_2O_3

Abstract: Designed technology of the syntheses porous permeable for liquids and gas nanostructure ceramics on base alumina. Technology allows shaping cotton wool nanostructure ceramics, avoiding stage of the syntheses nanopowder. The Presented results of the study of the structure and characteristic of the got ceramics.

Д.Н. Савеня, В.Н. Плосконосов

УО «Гродненский государственный университет им. Янки Купалы»

РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ХОЛОДНЫХ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ НАПРЯГАЮЩЕГО ЦЕМЕНТА

Многочисленными исследованиями и практическим опытом подтверждена высокая эффективность применения напрягающих бетонов для компенсации усадочных деформаций, которые развиваются в цементных бетонах и достижения самонапряжения в армированных конструкциях. Реализация прочностных и энергетических параметров бетонов на основе напрягающего цемента возможна только в строго контролируемом во времени, благоприятном температурно-влажном режиме: температура 20 ± 5 °C и влажность, близкая к 100%. Это достаточно жесткие требования, которые ограничивают область применения бетонов на основе НЦ в технологии монолитного бетонирования при пониженных и близких к нулю температурах. Снижение температуры твердения напрягающего цемента в интервале температур от 15 °C до 0 °C приводит к разрушению цементирующего вещества.

Процесс расширения напрягающего цемента состоит из двух взаимосвязанных процессов: роста прочности и расширения твердой составляющей вяжущей системы. Прочностные характеристики зависят от плотности цементной матрицы (гидросиликаты кальция), а энергия расширения зависит от скорости и количества образовавшегося этtringита (трехкальциевый гидросульфoалюминат). Разрушение цементной матрицы связано со снижением скорости роста прочности и увеличением скорости расширения напрягающего цемента в указанном интервале температур.

Решением этой проблемы – холодные бетоны. Они широко распространены в зимнем монолитном и сборно–монолитном строительстве. Однако их применение требует учитывать изменение растворимости минералов напрягающего цемента под действием добавок электролитов. Применение же методов термообработки требует больших затрат электроэнергии, что значительно удорожает производство работ в осенне–весенний и зимний период.

Исследования показали, что применение солей соляной и азотосодержащих кислот возможно после корректировки минералогического состава напрягающего цемента в сторону уменьшения содержания расширяющей добавки на 30–50% с обеспечением высоких характеристик бетонов на основе напрягающего цемента.

SAVINGS OF RESOURCES OF TECHNOLOGY OF COLD CONCRETE ON THE BASIS
OF STRAINING CEMENT

Abstract: Results of research of influence of additives of electrolits on properties and mineralogical structure of straining cement

О.И. Салычиц, С.Е. Орехова

УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь,
e-mail: oliSa_@list.ru

ТЕРМОСТОЙКИЕ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ НА ОСНОВЕ СИСТЕМ $\text{MgO}(\text{MnO}, \text{FeO}, \text{ZnO})\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--SiO}_2$

Востребованность и перспективность применения в различных отраслях промышленности в установках, работающих в условиях одновременного воздействия нагревания и электрических полей, керамических кордиеритсодержащих материалов, разработанных на основе системы $\text{MgO--Al}_2\text{O}_3\text{--SiO}_2$, обусловлена сочетанием их высокой огнеупорности (1400–1500°C), низкого температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР) и высокого удельного объемного электрического сопротивления (ρ_v).

Однако вследствие малой скорости образования магниевого алюмосиликата – кордиерита $\text{Mg}_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}$ – при более низких температурах синтеза, и высокой скорости – вблизи температур его плавления (1460–1550°C) материалы на основе кордиерита характеризуются достаточно узким интервалом спекания. Поэтому достичь необходимой степени спекания кордиеритовой керамики и одновременно в полной мере провести синтез кордиерита сложно. Следствием этого являются повышенная пористость, недостаточные механическая прочность и плотность кордиеритовой керамики. Указанные недостатки, а также недолговечность и высокая стоимость изделий из кордиерита из-за высокой энергоемкости (1350–1400°C) производства, ограничивают их применение в качестве термостойких и электроизоляционных материалов в современных технологических процессах.

В ходе исследований магниийалюмосиликатной системы, модифицированной оксидами некоторых 3d-элементов путем постепенного эквимолекулярного замещения оксида MgO в составе кордиерита оксидами MnO , FeO и ZnO , установлено улучшение физико-химических, прочностных, тепло- и электрофизических свойств керамических материалов, полученных на основе систем $\text{MgO}(\text{MnO}, \text{FeO}, \text{ZnO})\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--SiO}_2$. Определено влияние строения электронных оболочек атомов элементов, образующих

модифицирующие оксиды, на структуру, прочностные, тепло- и электрофизические свойства синтезированных материалов.

На основе исследованных систем $\text{MgO}(\text{MnO}, \text{FeO}, \text{ZnO})\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--SiO}_2$ при более низких температурах синтеза (1150–1200°C) получены керамические материалы, обладающие высокими прочностными, тепло- и электрофизическими характеристиками (ТКЛР при 100°C – $(0,7\text{--}2,2) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ и ρ_v при 100°C – $(0,3\text{--}3,5) \cdot 10^{11} \text{ Ом}\cdot\text{см.}$), что обуславливает возможность их применения в современных электротехнических установках, работающих в условиях резкого термодиклирования, и приводит к снижению энергозатрат в процессе их синтеза.

THERMALRESISTANT ELECTROINSULATION CERAMIC MATERIALS OBTAINED ON THE BASIS OF SYSTEMS $\text{MgO}(\text{MnO}, \text{FeO}, \text{ZnO})\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--SiO}_2$

Abstract: The experimental ceramic compositions have been obtained on the basis of the system $\text{MgO--Al}_2\text{O}_3\text{--SiO}_2$ in the result of equimolecular replacement of MgO on modifying oxides (MnO, FeO, ZnO). Influence of addition of these modifying oxides (MnO, FeO, ZnO) on physicochemical, thermo- and electrophysical properties of ceramic materials has been investigated. As a result of investigation ceramic materials on the basis of systems $\text{MgO}(\text{MnO}, \text{FeO}, \text{ZnO})\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--SiO}_2$ with high thermo- and electrophysical characteristics have been obtained at temperatures 1150–1200°C. These materials can be used in conditions of sharp temperature gradients without cracking. Decrease of power resources of the production of these materials makes these materials favorable for introduction into manufacture.

И.А. Свиридёнok¹, Л.А. Пирогова,² Г.Н. Хованская²

¹ ГНУ «Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения
НАН Беларуси», Беларусь

² УО «Гродненский Государственный Медицинский Университет», Беларусь

СОХРАНЕНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО РЕСУРСА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ОРТЕЗОВ ИЗ ТЕРМОПЛАСТОВ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ИНФАРКТА МОЗГА

Нарушение мозгового кровообращения (инсульты) имеют не только медицинское значение, но и социально-экономическое. Инсульт одного из членов семьи изменяет рабочий ритм всей семьи. Инсульт является одним из основных факторов инвалидизации населения страны, без помощи активной терапии лишь около 20% больных могут возвратиться к прежнему роду деятельности. В Беларуси происходит около 25 000 инсультов год.

Наиболее частыми последствиями инсульта (наблюдается у 81% выживших) являются двигательные расстройства – параличи и парезы, обычно односторонние гемипарезы. Восстановление движений в конечностях и навыков ходьбы заканчивается в основном к 6 месяцам после инсульта, восстановление бытовых и трудовых навыков и статики может продолжаться и более года. Поэтому первым компонентом реабилитационных мероприятий при гемипарезах является лечение положением – физиологические укладки. Лечение положением заключается в том, что больному накладывают индивидуальный ортез из термдеформируемого композиционного материала, т.е. изготовленную из полимерного материала, который формируется в воде с температурой 60–80°C.

В настоящее время очень невысокий процент гемипарезов при инсультах в Беларуси лечатся с применением иммобилизационных повязок из материалов заграничного производства по причине дороговизны, либо применяют старые методы иммобилизации - шины с деревянным и металлическим каркасом. Если используется для этих целей материал фирмы «Orfit», то стоит это примерно 40 – 55 евро, без учёта работы врача ортопеда. Аналогичные изделия из планируемого к производству материала, будут стоить 15 – 25 евро, т.к. они будут изготавливаться на отечественном оборудовании и в основном из сырья отечественного производства.

Планируется, что материалы, создаваемые в ГНУ «НИЦПР НАН Беларуси по цене будут не только дешевле заграничных аналогов, но и иметь прочность на изгиб не менее 20 – 30 МПа.

Предположительно, для удовлетворения потребностей Республики Беларусь, в год необходимо производить около 20 – 30 тонн термдеформируемого полимерного композита и экономический эффект может составить около 2,5 – 3 млн.у.е.

CONSERVATION OF HUMAN RESOURCE AT APPLICATION ORTEZS FROM THERMOPLASTICS FOR TREATMENT OF CONSEQUENCES OF THE INFARCT OF THE BRAIN

Abstract: Created materials for rehabilitational measures at hemipareses after insults at value will be in 2 – 3 times more cheaply oversea analogs and to have flexural strength not less than 20 – 30MPa, that will allow to save on one kilogram of the material about 20 euros.

П. Н. Севрук

ЧУП «Институт горной автоматики», Беларусь, e-mail: sol_iga@mail.ru

АВТОМАТИЗАЦИЯ ГОРНЫХ РАБОТ НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ БЕСПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Применение автоматики и телемеханики на шахтах РУП ПО «Беларуськалий» – одна из первоочередных задач, так как содержание рабочих в этих условиях чрезвычайно дорого.

Автоматизация горных работ возможна на основе внедрения телемеханики с созданием радиоканалов передачи информации. Передача информации приобретает особое значение в связи с разработкой автоматизированных систем управления горными предприятиями. Так же большое значение имеет производственная связь с движущимися объектами.

Система передачи информации и производственной связи является существенной частью автоматизированного управления технологическими процессами.

Используемые в настоящее время в качестве канала передачи информации кабельные линии не являются надёжными. Значительно более надёжна беспроводная система. При помощи рассматриваемой системы можно осуществить передачу информации, как вдоль штреков, так и через завалы и сквозь массив горных пород. В связи с этим актуальным является изучение условий распространения радиоволн в гонных выработках.

AUTOMATION OF MINING OPERATIONS ON THE BASIS OF INTRODUCTION OF WIRELESS SYSTEM OF DATA TRANSMISSION

Abstract: Development of automated control systems of mining operations with application of channels of wireless data transmission. Features of wave propagation, both along drifts and through falls of ground and through a rock mass.

Т.В. Сидорович, Н.В. Коляго, П.К. Зновец, В.И. Байков

ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси», Беларусь, e-mail: lusid@hmti.ac.by

ПУЛЬСАЦИОННЫЙ РЕЖИМ ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ КАК СРЕДСТВО ИНТЕНСИФИКАЦИИ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА

Исследования характера течения и теплообмена вязких жидкостей в круглых каналах с пережатиями необходимы для оптимизации работы существующих и создания более совершенных конструкций теплообменных аппаратов.

Изучение средствами вычислительного эксперимента особенностей пульсационного и стационарного режимов течения реальной жидкости (динамическая вязкость зависит от температуры) в коротких в тепловом смысле цилиндрических каналах с пережатиями плавной формы с последующим сопоставлением полученных результатов позволяет оценить целесообразность применения пульсационного режима течения как средства интенсификации конвективного теплообмена. Выбранный диапазон входных скоростей теплоносителя при стационарном режиме течения обеспечивает возникновение зон возвратно-циркуляционного течения вблизи стенки, температура стенки – постоянная.

Показано, что эффективность теплообменников, представляющих собой короткие цилиндрические каналы с пережатиями, существенно зависит от изменения физических свойств жидких теплоносителей при изменении среднemasсовой температуры в соответствующих сечениях канала. Компьютерное моделирование без учета этой зависимости приводит к неверному определению начальных длин гидродинамической и тепловой стабилизации, неверному определению коэффициента сопротивления, температурного напора и, как следствие, к завышенному значению эффективности теплообменника. Пульсационный режим течения в условиях сильной зависимости динамической вязкости от температуры оказывает существенное влияние на интенсивность возвратно-вихревого течения в зонах расширения проходного сечения канала. Для заданной амплитуды пульсаций входной скорости и граничном условии первого рода 1) определен диапазон частот пульсаций скорости или давления, при которых теплообмен наиболее эффективен; 2) подтверждено, что оптимальная частота пульсаций при нагреве жидкости отличается от таковой при охлаждении; 3) объяснены физические явления, отвечающие за процесс интенсификации теплообмена; 4) предложен метод оценки степени интенсификации конвективного теплообмена.

INTENSIFICATION OF A CONVECTIVE HEAT TRANSFER
IN VISCOUS LIQUID BY A FLOW PULSATION REGIME

Abstract: the special features of stationary and pulsating flow regimes for a thermal initial section of the pipe with smooth reliefs are researched by computer modeling and compared to one another. The conditions of the most effective heat exchange are determined.

В.П. Скрипник, Т.В. Романькова, В.В. Опекунов

УО «Гродненский государственный университет им. Янки Купалы», Беларусь,
e-mail: kaf_stroimat@post.grsu.by

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Повышение качества внутренней воздушной среды является основной проблемой экологии жилья. В мире выпускается около 100 тысяч различных химических веществ, часть из которых находит применение в сфере строительства жилья. По приведенным на всемирном форуме в Рио-де-Жанейро, опасность 5% этих веществ достоверно доказана, 12% – доказана частично, а о 83% вообще ничего неизвестно. Учитывая то, что минеральная база строительства является невозобновляемой, а запасы высококачественного сырья в Республике Беларусь неуклонно сокращаются, необходимо безотлагательно массово внедрять промышленные ресурсосберегающие способы производства строительных материалов и изделий, используя техногенные продукты.

Для решения, например, проблемы утилизации бетонного лома и вовлечения его в народное хозяйство Республики Беларусь, необходимо систематизированное накопление бетонного лома различного качества. При этом первостепенной задачей является планирование и строительство централизованных площадок дифференцированного накопления отходов легких и тяжелых бетонов. Утилизация отходов бетона имеет важное экологическое и экономическое значение, т.к. позволяет уменьшить загрязнения окружающей среды и расширяет сырьевую базу заполнителей и вяжущих.

Учитывая экологическую чистоту и высокие технико-экономические показатели материалов и изделий на основе высокопрочного гипса и других гипсовых вяжущих, необходимо довести его производство до 60 тыс. тонн в год. Это позволит вовлечь в производство многотоннажные отходы. В этом случае возможно соблюдение экологических требований внутри жилых помещений.

Внедрение способа микробиологической обработки кварцевых песков позволит использовать в народно-хозяйственных целях забалансовые месторождения, что приведет к значительному расширению сырьевой базы.

Abstract: Prospects of use of technogenic products and other materials for manufacture of building products with the improved ecological characteristics.

Ю.А. Станкевич, К.Л. Степанов, Л.К. Станчиц

ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В.Лыкова НАН Беларуси», Беларусь, e-mail: usa@hmti.ac.by

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ ЗАГРУЗОЧНОГО ТИПА

В данной работе изложена физико–математическая модель процесса нестационарного нагрева печей загрузочного типа широко применяемых в металлургическом производстве. Разработан комплекс программ по численному моделированию тепловых режимов работы печи. Данные исследования и разработанный комплекс программ полезен на стадии проектирования нагревательных печей при проведении реконструкции и модернизации металлургического производства с целью оптимизации режимов их работы.

Физико–математическая модель нагревательных печей требует решения ряда задач, описывающих протекающие тепловые, радиационные и гидродинамические процессы в печи. Разработанная модель основана на трехмерной конечно–элементной модели описания геометрии печи. В ней учтены: неоднородность радиационного поля в нагревательной печи, связанная с расположением горелок и их мощностью; радиационный теплообмен между элементами печи; нестационарность процесса нагрева боковых стен, пода и свода печи с учетом нелинейности теплофизических и оптических характеристик материалов; теплопроводность стенок печи и потери за счет радиационно–конвективного теплообмен с окружающей средой. В модели также учитываются интегральные потери мощности за счет уноса энергии дымовыми газами и нагрева подсасываемого наружного воздуха. Для реализации данной модели создана программа расчета угловых коэффициентов конечно–элементной трехмерной модели печи и факелов и программа численного моделирования динамики радиационного теплообмена между элементами печи в трехмерной постановке и нестационарной нелинейной теплопроводности по глубине элементов одномерной постановке. Такое

рассмотрение позволяет получить временные зависимости темпа нагрева печи с учетом различия теплофизических характеристик конструктивных элементов печи (теплоемкости, теплопроводности и коэффициента черноты свода, пода и боковых стенок).

Приведены результаты расчетов динамики нагрева печи с заданными геометрическими параметрами, расположением и мощностью газовых горелок. Проведено сопоставление результатов расчетов с экспериментальными данными, полученными при проведении пуско-наладочных работ на печи НЗ379М БСЗ «Атлант» мощностью 700 кВт.

COMPUTER SIMULATION OF THE THERMAL REGIME OF A LOADING TYPE HEATING FURNACE

Abstract: In present work the physical and mathematical model of non-stationary loading type heating furnace widely used in metallurgical production is develop. Results of calculations of dynamics of heating of the furnace with the set of geometrical parameters, layout and power of gas jets and their comparison to experimental data are presented.

Е.В. Сташевский, С.М. Филипович

НПЦ учреждения «Гродненское областное управления МЧС», Беларусь,
e-mail: npc-grodno@mail.ru

ТОРФЯНЫЕ ПОЖАРЫ И ИХ ЛИКВИДАЦИЯ

Торфяные пожары чрезвычайно опасны, поскольку, как правило, сопровождаются лесными пожарами, быстро развиваются, охватывают большие территории, сопровождаются плотным задымлением и интенсивным тепловым излучением. Они наносят огромный ущерб национальной экономике, нередко приводят к гибели людей.

Торфяные пожары относятся к почвенным (подземным) и отличаются, например, от лесных верховых и низинных пожаров более медленным, но устойчивым распространением горения. Торф может гореть без доступа воздуха и даже под водой, склонен к микробиологическому самовозгоранию, оно может происходить при температуре выше 50°C (в летнюю жару поверхность почвы в средней полосе может нагреваться до 52 – 54°C). Торфяные пожары имеют свою особенность - горение происходит на глубине.

В целях повышения эффективности локализации и ликвидации торфяных пожаров Научно-практическим центром совместно с НИИ ПБ и ЧС МЧС Республики Беларусь разработан ствол пожарный торфяной СПТ-70, который обеспечивает непосредственную подачу воды (огнетушащего состава) в грунт на глубину 1–2 метра, в то время как традиционные способы тушения торфяных пожаров основаны на просачивании воды (огнетушащего состава) с поверхности.

Ствол СПТ–70 состоит из корпуса в виде перфорированной трубы, конического наконечника и углового насадка с соединительной головкой для рукава. В верхней части углового переходника имеется отверстие для рычага и по наружной поверхности корпуса выполнен шнек.

Ствол устанавливается в грунт на глубину от 1 до 2 метров. По рукавной линии в ствол подается вода, которая через отверстия, расположенные по периметру в нижней части ствола, распределяется в слое грунта (торфа).

Расход огнетушащего состава при тушении стволом пожарным торфяным при давлении 2,0 МПа не менее 5л/с², что значительно ниже расхода воды при тушении традиционными техническими средствами.

В настоящее время получен патент на полезную модель «Ствол для тушения торфяных пожаров». Учреждением «Гродненское областное управление МЧС» заключен лицензионный договор с ОАО «Гродненский механический завод» на передачу неисключительной лицензии на право производства и продажи ствола торфяного пожарного.

PEAT FIRES AND THEIR LIQUIDATION

Abstract: In the given thesis the urgency of a problem of peat fires is shown. Traditional methods of suppression of peat fires are considered. Essentially new method of suppression of peat fires by means of a trunk of deep suppression is offered.

С.А. Танаева, Л.Е. Евсеева, М.В. Хилько

ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В.Лыкова НАН Беларуси»,
e-mail: tanaeva@itmo.by

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Тепловая изоляция является неотъемлемой частью практически всего оборудования и трубопроводов. В настоящее время остро стоит вопрос ресурсо- и энергосбережения. Теплотери зданий превышают нормативы в несколько раз и ежегодно теряется более 40% вырабатываемой энергии.

Применение теплоизоляционных материалов позволяет снизить потери тепловой энергии в два раза, что помимо прямого экономического эффекта сокращает выбросы в атмосферу CO_2 , образующегося в процессе производства тепловой энергии. Эти материалы обладают малой теплопроводностью и дают возможность снизить потери теплоты, сохранить необходимый температурный режим, сократить расход топлива. Таким образом, исследование теплофизических и эксплуатационных свойств теплоизоляции представляет собой актуальную задачу.

Цель работы – исследование новых перспективных теплоизоляционных материалов, удовлетворяющих современным требованиям и нормам.

В данной статье приведены экспериментальные результаты определения теплотехнических характеристик образцов теплоизоляционных материалов (эффективной теплопроводности и термического сопротивления) на измерителе теплопроводности

ИТП–МГ4–100 при стационарном тепловом режиме по ГОСТ 7076.

Был исследован ряд теплоизоляционных материалов, таких как минеральная вата, минераловатная плита, стекловолокно, волокна URSA с отражающим слоем фольги, пенопласт, термоизол, изоллат, пенополиуретан, и приведены измеренные значения теплотехнических характеристик. Установлено, что наилучшие теплоизоляционные свойства имеют вспененные полистиролы и полиуретаны, а также материалы на основе стекловолокна.

RESEARCH OF NEW HEAT-ISOLATION MATERIALS PROPERTIES

Abstract: Research of physical and operational properties thermal insulation materials represents an actual problem as these materials possess small thermal conductivity and allow to reduce heat losses, to keep a necessary temperature regime, to retrench less fuel. Experimental results of the investigation of thermal characteristics of premising heat-insulation materials are represents in this article. These materials meet modern requirements and norms.

В.С. Тарасенко¹, Е.В. Сташевский², С.М. Филипович²

¹УО «Гродненский государственный аграрный университет», Беларусь,
e-mail: lab-73@ggau.by

²НПЦ учреждения «Гродненское областное управления МЧС», Беларусь,
e-mail: npc-grodno@mail.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ НЕКОНДИЦИОННОГО ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ЕГО В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В Республике Беларусь в настоящее время для локализации и ликвидации пожаров и различных ЧС наибольшее применение получили огнегасящие составы, образующие пену. Для её формирования используют пенообразователи. В системах автоматического пожаротушения или емкостях временного содержания пенообразователь хранится длительное время, пока не будет израсходован по назначению или не потеряет свои эксплуатационные свойства. Пришедший в негодность пенообразователь подлежит утилизации.

Обезвреживание некондиционного пенообразователя пенообразователей проводится путем сброса в производственные сточные воды при разбавлении их водой до предельно допустимой концентрации поверхностно-активного вещества (ПАВ), путём сжигания или захоронения на свалке химических отходов.

Гродненским аграрным университетом совместно с Научно-практическим центром были предложены принципиально новые методы утилизации пенообразователя с использованием его в сельском хозяйстве:

1. Использовать входящие в состав пенообразователя поверхностно-активные вещества в качестве «прилипателей» при некорневых обработках растворами удобрений и пестицидов.

2. Биологическое разложение пенообразователей в результате действия микроорганизмов при хранении органических удобрений, их компостирования (навоза или жижи).

3. Использование некондиционного пенообразователя путём обработки кагатов сахарной свёклы при закладке на хранение. Применение этого вещества (одного или совместно с фунгицидами или стимуляторами роста) может позволить нейтрализовать микробиологические процессы, происходящие при хранении.

В 2006 году были проведены полевые опыты, подтверждающие высокую эффективность использования некондиционных пенообразователей в агропромышленном комплексе. В настоящее время данная научно-исследовательская работа выполняется в рамках региональной научно-технической программы Гродненской области «Разработка технологий и технических средств, обеспечивающих устойчивое инновационное развитие промышленности, сельского хозяйства и социальной сферы Гродненской области «Устойчивое развитие: наука, инновации, технологии» 2008–2010 годы».

ECOLOGICALLY SAFE RECYCLING SUB-STANDARD FEAMING AGENT WITH APPLICATION IN AGRICULTURE

Abstract: In the given thesis necessity of creation of the new method is shown, allowing to utilise lost the properties feaming agent with the minimum expenses and a damage for environment. Essentially new decision of the given problem - application sub-standard feaming agent in agriculture that will allow not only to utilise become unfit for use feaming agent without damage to environment is offered, but also to receive considerable economic benefit.

И.М. Терещенко, А.П. Кравчук, Р.Ю. Попов, Е. В. Карпович

УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь,
e-mail: keramik@bstu.unibel.by

РАЗРАБОТКА НОВЫХ СОСТАВОВ МЕДИЦИНСКИХ СТЕКОЛ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕЛКОРАЗМЕРНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ТАРЫ

Медицинские стёкла предназначены для хранения и упаковки лекарственных средств, инъекционных и бактериологических растворов, а также для изготовления предметов по уходу за больными. Наибольший интерес вызывает мелкоразмерная медицинская тара, производство которой организовано в Республике Беларусь на территории ПРУП «Борисовский хрустальный завод». Данное решение позволит отказаться от использования низкокачественной медицинской стеклотары, производимой предприятиями Российской Федерации, Украины и стран Восточной Европы, полностью удовлетворит потребности предприятий республики в медицинской таре, а также позволит импортировать высококачественный стеклопродукт.

Основной задачей проводимых исследований являлась оптимизация составов нейтральных стекол на основе системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{BaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ за счёт определения рационального соотношения оксидов SiO_2 , Al_2O_3 , RO и R_2O , при сохранении уровня водо- и щелочустойчивости, соответствующего первому классу и поддержания удовлетворительными технологических характеристик опытных стекол при минимальном содержании B_2O_3 . Также необходимо было минимизировать содержание щелочных компонентов в опытных стеклах, поскольку ионы Na^+ и K^+ легко переходят в растворы, ухудшая качество содержимого медицинской тары.

Основным требованием, предъявляемым к данному типу стёкол, является его высокая химическая устойчивость, поэтому для достижения 1-го класса водо- и щелочестойкости при пониженном содержании B_2O_3 дополнительно предусмотрено введение ZnO (до 3 мас.%). Положительное влияние на повышение химической устойчивости оказала частичная замена Na_2O на оксид BaO (до 4 мас.%), а также введение Li_2O и CaO .

Изучение влияния полищелочного эффекта на свойства опытных стекол, за счет варьирования содержания оксидов Na_2O , Li_2O , K_2O в их составе при постоянной сумме равной 8 мас.%, показало, что лучшей гидролитической устойчивостью характеризуется состав со следующим содержанием щелочных оксидов, мас.%: Na_2O – 3,0;

Li_2O – 1,0; K_2O – 4,0. При данном содержании наблюдается наименьшая подвижность щелочных ионов в структуре стекла, таким образом, данные ионы в меньшей степени переходят в раствор.

Таким образом, на основе системы Na_2O – K_2O – CaO – BaO – Al_2O_3 – SiO_2 , модифицированной оксидами Li_2O и ZnO , разработаны оптимизированные составы стекол, которые не уступают импортным, при этом характеризуются пониженным содержанием оксида B_2O_3 и суммы оксидов щелочных металлов, что позволяет рекомендовать данные составы для изготовления медицинской тары на ПРП «Борисовский хрустальный завод».

THE DEVELOPMENT OF NEW COMPOSITIONS OF MEDICAL GLASSES FOR RECEPTION A SMALLSIZE MEDICAL CONTAINER

Abstract: The compositions of borosilicat glasses are developed for reception a smallsize medical container in which the maintenance of components so as SiO_2 , Al_2O_3 , RO and R_2O have optimised, at level preservation of water- and alkaline stability, which is correspond to the first hydrolitical class. Economical benefit is reaches for the expense to reduction of the maintenance of expensive component B_2O_3 in a part of glass.

**Н.В. Толкачева, Д.А. Воропаев, Н.И. Булко,
М.А. Шабалева, А.К. Козлов**

ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», Беларусь, formelior@tut.by

ЛЕСОСЕЧНЫЕ ОТХОДЫ КАК ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ РЕСУРС И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Одним из важных направлений получения дополнительного сырья для энергетических объектов в контексте энергосбережения является использование порубочных остатков при проведении различных видов рубок в лесных насаждениях. Однако при этом возникают проблемы сохранения биологической устойчивости лесных экосистем, истощения лесных почв и сохранения их плодородия. В ряде исследований показано, что заготовка биомассы на плантациях с целью получения энергии возможна при сохранении потенциального плодородия почв. Необходимы специальные приемы упорядочивания использования порубочных остатков, которые будут направлены на сохранение мелких ветвей, листы и хвой, богатых элементами питания на месте заготовки.

В 2008 году нами была начата реализация работы по определению экологически обоснованных объемов изъятия биомассы лесосечных отходов по типам условий местопроизрастания (ТУМ) основных лесных формаций.

В результате проведенных исследований было установлено, что объем лесосечных отходов зависит от вида рубки, типа условий местопроизрастания, бонитета, полноты, возраста насаждений. Масса лесосечных отходов на 1 га в зависимости от типа леса варьирует в следующем диапазоне: в сосняке черничном в возрасте 50–60 лет при проходных рубках составляет 8,9 т/га, в сосняке мшистом в возрасте от 40–50 лет при проходных и выборочных рубках составляет от 2,5 т/га до 4,1 т/га, в сосняке орляковом в возрасте 60–80 лет при проходных рубках – 2,3 т/га.

Из образующихся объемов лесосечных отходов целесообразно утилизировать крупные (d от 3 до 6 см), а мелкие с листовой биомассой для сохранения плодородия почвы оставлять на участках рубок. При этом необходимо решить, в какой форме необходимо было бы оставлять лесосечные отходы, чтобы с одной стороны это положительно влияло на обновление леса, а с другой – не усугубляло значительные изменения в лесной экосистеме, возникающие при рубках главного пользования. Согласно анализу литературных данных, наиболее оптимальным является метод, основанный на разбрасывании ветвей с иглами на рубках с последующим дроблением их на более мелкие.

LOGGING DEBRIS AS ENERGY RESOURCE AND ECOLOGICAL ELEMENT OF SOIL PRODUCTIVITY OF PINE STANDS

Abstract: The volume of logging debris was demonstrated to depend on kind of felling, site type, site class, crop density and crop age. It is advantageous to use only small-sized branch

wood of diameter 3 to 6 cm and leave leaved branch wood of smaller diameter ($d < 3$) to conserve soil productivity of felling sites.

**Т.П. Троцкая¹, И.Е.Голубец¹, М.В.Богдан², А.М. Миронов³,
А.А. Литвинчук³, О.Л. Сороко³**

НОВЫЕ СИСТЕМЫ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ЕМКОСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ МЕТОДОМ ОЗОНИРОВАНИЯ

¹УО «Гродненский государственный аграрный университет», Беларусь

²Научно-производственного общества с ограниченной ответственностью «ИНИТОР»;
Беларусь

³РУП «НПЦ Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», Беларусь

Применяемые в настоящее время способы дезинфекции оборудования обладают некоторыми недостатками. Жидкие растворы дезинфектантов, используемые повсеместно для обработки оборудования (в т.ч. емкостного и коммуникаций), эффективны только на поверхностях, непосредственно соприкасающихся с ними. А также требуется дополнительное ополаскивание и очистка сточных вод от соединений, образующихся при дезинфекции данным способом (хлорсодержащие соединения, ПАВ и др.). Другие методы (например, кларификация) чрезвычайно дороги. Метод пропаривания оборудования требует огромных энергозатрат и экономически невыгоден для промышленных предприятий.

На сегодняшний день сотрудниками РУП «Научно–практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» и УО «Гродненский государственный аграрный университет» разработаны новые научно обоснованные конструктивно-технологические системы дезинфекции емкостного оборудования методом озонированием. Принципиальное отличие, разработанных систем, в их универсальности применения (для всех типов емкостного оборудования) и возможности использования в целях дезинфекции на различных предприятиях пищевой промышленности (спиртзаводы, молокозаводы, пивзаводы, консервные заводы и др.). В качестве дезинфектанта возможно использовать как озонированную воду, так и озono-воздушную смесь. Получены аналитические зависимости, для расчета рациональных технологических и конструктивных параметров

новых систем обеззараживания емкостного оборудования методом озонирования.

Исследовалась также зависимость обеззараживающего эффекта озона от вида материалов озонируемых поверхностей. Результаты испытаний показали, что через 30 минут озонирования наступает полная гибель микроорганизмов на керамике, стекле, металле, пластике и сохраняются единичные колонии на пористых поверхностях (дерево, линолеум). При экспозиции 60 минут наступает полная микробная деконтаминация поверхностей из любого материала.

На основании результатов лабораторных и производственных испытаний, а также теоретических расчетов была установлена зависимость продолжительности набора рабочей концентрации озона в обрабатываемых емкостях от их объема емкостей, а также определены оптимальные режимы стерилизации для емкостей объемом 5 м³, 7 м³, 12 м³, 40 м³, 50 м³, 100 м³.

Производственные испытания технологии обеззараживания емкостного оборудования проводили в условиях ОАО «Дрожжевой комбинат» и УП «Можейково», СОО «МСВЗ – «Аквадив» и внедряются предприятиях пищевой промышленности: ОАО «Пищевой комбинат «Веселово», ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат»

В результате определены экономические показатели эффективного обеззараживания емкостного оборудования методом озонирования по сравнению с энергоемкой термической обработкой перегретым паром и дорогостоящими импортными дезинфектантами. Стоимость обработки озоном дешевле в среднем в 42 раза.

THE NEW SYSTEMS OF TANKAGES EQUIPMENT DISINFECTION

Abstract: The methods of the tankages equipment disinfection for different enterprises of food industry are worked out. Its based on the disinfection of various surfaces with ozone

А.А. Черник, И.И. Курило, И.М. Жарский

УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь,
e-mail: september@tut.by

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И СВЕРХТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ОТРАБОТАННОГО АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА

Для разработки высокоэффективных технологий комплексной переработки отходов абразивного инструмента на основе металлических связей перспективным является использование электрохимического метода, который в отличие от распространенных в настоящее время термических и химических методов экологически безопасен, позволяет селективно извлекать сверхтвердые материалы и цветные металлы матричных сплавов, использовать менее агрессивные разбавленные электролиты, регенерировать отработанные рабочие растворы.

С использованием ряда электрохимических методов исследований (потенциодинамического, гальвано- и потенциостатического) изучены кинетические и термодинамические характеристики анодных и катодных процессов, протекающих при электрохимическом растворении сплавов на основе оловянистой бронзы и металлов группы железа, которые широко используются для изготовления абразивного инструмента, в щелочных, кислых окислительных и неокислительных средах. Определены области потенциалов, соответствующие области активного анодного растворения и пассивации сплавов. Установлена зависимость скорости анодного и катодного процессов от ионного состава электролита, температурного и гидродинамического режимов. Показано, что высокие концентрации ионов металлов в электролите приводят к усилению пассивационных процессов, однако позволяют извлекать металлы матричных сплавов в виде катодных осадков. Негативное влияние повышенного содержания ионов металлов на анодные процессы компенсируется введением депассиваторов, увеличением температуры электролита и интенсификацией гидродинамического режима. Изучено влияние различных добавок и комплексообразователей на качество катодных осадков, катодный и анодный выходы по току. Оптимизированы режимы электролиза и составы электролитов для различных типов связей.

Проведенные исследования позволили предложить экологически безопасную комплексную электрохимическую технологию извлечения сверхтвердых материалов и цветных металлов связи в виде катодных осадков или химических соединений, пригодных для дальнейшего использования.

USING ELECTROCHEMICAL METHOD FOR EXTRACTION OF COLOUR METALS AND HIGH-HARD MATERIALS FROM WASTE OF ABRASIVE TOOL

Abstract: Using a number of electrochemical techniques of the studies the kinetic and thermodynamic characteristics of anodic and cathodic processes, running at electrochemical dissolution alloy on base of tin bronze and metals of the iron group are studied. The data obtained showed the feasibility of using electrochemical method in the development of technology of extraction of colour metals and high- hard materials from waste of abrasive tool.

**В.О. Шабловский, А.В. Тучковская, В.А. Рухля, О.Г. Пап,
О.В. Ивашина**

Учреждение БГУ НИИ Физико-химических проблем, Беларусь,
e-mail: shablovski@bsu.by

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫДЕЛЕНИЯ ТОВАРНЫХ ПРОДУКТОВ Ca и Mg ИЗ ОБОРОТНЫХ ЩЕЛОКОВ ОАО «БЕЛАРУСЬКАЛИЙ»

Накопление примесных солей кальция и магния в оборотных солевых растворах (щелоках) в процессе производства калийных удобрений из сильвинито-галитовых пород, приводит не только к снижению выхода и чистоты хлорида калия, но и к существенному ухудшению его качества, вызывая комковатость и слеживаемость конечного продукта.

В работе изучены физико-химические закономерности осаждения ионов кальция и магния из концентрированных растворов хлористого калия с помощью различных осадителей. Определены условия количественного осаждения как чистых, так и смешанных гидроксидов, карбонатов, фосфатов кальция и магния. Исследована структура образующихся осадков. Предложено несколько схем осаждения указанных продуктов. Показано, что по всем схемам концентрация примесных ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в рассоле снижается на несколько порядков с 20 – 25 г/л до 1 – 10 мг/л, что улучшает технико-экономические показатели получения целевого продукта – хлористого калия.

Установлено, что удаление ионов кальция и магния возможно в виде различных товарных продуктов, востребованных на рынке РБ, ближнего и дальнего зарубежья, что особенно важно, учитывая недостаточность сырьевой базы Беларуси. К таким продуктам относятся: высокочистые карбонат и гидроксид кальция, а также различные фосфаты, такие как монокальцийфосфат $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, который может быть использован в качестве ценной кормовой добавки, а также как цитраторастворимое фосфорное удобрение; смесь монокальцийфосфата со средним ортофосфатом магния или магнияммонийфосфатом, используемая как комплексное удобрение, оксид и гидроксид магния в качестве компонентов огнеупоров. В отличие от фосфатов, получаемых традиционными методами, продукты, производимые по предлагаемым технологиям, не содержат токсичных элементов, таких как фтор, мышьяк, свинец и т. п., что резко повышает их конкурентноспособность на мировом рынке.

Разработана принципиальная схема опытной установки и оптимизированы условия раздельного извлечения магния (в форме гидроксида

магния) и кальция (в виде гидрофосфата) из оборотных щелоков последовательной обработкой раствором дигидрофосфата натрия и щелочью.

THE RESOURCES–ECONOMY TECHNOLOGIES OF COMMTRICIAL CA AND MG PRODUCTS EXTRACTION FROM REVERSE LEACH OF CJSC «BELARUSKALI»

Abstract: The extraction techniques of alkaline-earth metal bonds from reverse leach (potash fertilizer manufacture of CJSC «Belaruskali») are considered. Conditions which are necessary for separate extraction of calcium and magnesium compounds have been established. Calcium compounds are precipitated in the calcium hydrophosphate form, and magnesium compounds – in the magnesium hydroxide form. The pilot plant for separate extraction of calcium and magnesium compounds from reverse leach was developed.

**В.О. Шабловский¹, А.В. Тучковская¹, Н.В. Волков², В.А. Рухля¹,
О.Г. Пап¹, О.В. Ивашина¹**

¹Учреждение БГУ НИИ Физико-химических проблем, Беларусь,
e-mail: shablovski@bsu.by

²ОАО «Научно-производственная компания «Навигатор», Беларусь,
e-mail: rapin@bk.ru

ДЕЗИНФЕКТАНТ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ – «НАВИСАН–1»

В современных условиях жесткой конкурентной борьбы на рынке пищевых продуктов, выбирая методы, которые помогают поддерживать чистоту на предприятии, производитель ориентируется не только на надёжность мойки и дезинфекции, которая обеспечит высокое качество пищевой продукции, её физиологическую безопасность для конечного потребителя, гарантированные сроки хранения, но также и на простоту и эффективность использования, сокращение сроков дезинфекции.

Разработан состав высокоэффективного и экологически безопасного дезинфицирующего средства «НАВИСАН–1» на основе перекиси водорода и молочной кислоты, предназначенного для комплексной дезинфекции воздуха, оборудования, технологических линий и помещений перерабатывающих предприятий пищевой промышленности.

Данное дезинфицирующее средство имеют широкий спектр антимикробной активности (эффективно в отношении бактерий, грибов, вирусов) при весьма низких рабочих концентрациях (0,5 – 1 %). Резистентность микроорганизмов к дезинфектанту отсутствует. Установлено, что данный препарат обладает рядом ценных свойств: отсутствие кумулятивности в окружающей среде и организме; канцерогенности,

мутагенности, аллергенности; рабочие растворы дезсредства не оказывают кожно-раздражающего действия. Дезинфекция может проводиться в присутствии персонала. Кроме того, немаловажным преимуществом «НАВИСАН-1» является его экологическая безопасность, так как в процессе дезинфекции он разлагается на воду, активный кислород и молочную кислоту, что позволяет, учитывая низкие рабочие концентрации, в ряде случаев, исключить стадию промывки оборудования и производственных помещений после обработки.

«НАВИСАН-1» отмечен серебряной медалью на VII Московском международном салоне инноваций и инвестиций в 2007 г, серебряной медалью XIV международного конгресса «Высокие технологии. Инновации. Инвестиции» 2008 г, дипломом на IX Московском международном салоне инноваций и инвестиций 2009 г.

Серийное производство нового дезинфицирующего средства «НАВИСАН-1» освоено ОАО НПК «Навигатор» (Гродно). В настоящее время препарат широко используется на предприятиях мясной и молочной промышленности РБ. В их числе ОАО «Савушкин продукт», ОАО «Гродненский мясокомбинат», ОАО «Оршанский мясоконсервный комбинат», ОАО «Борисовский мясокомбинат», ОАО «Минский мясокомбинат», всего более 500 предприятий перерабатывающей отрасли страны.

THE NEW GENERATION DISINFECTANT – «NAVISAN»

Abstract: The high-performance and ecologically disinfectant for complex disinfection of air, areas and the equipment of the food-processing industry enterprises is presented .

**В.О. Шабловский, А.В. Тучковская, О.В. Ивашина, В.А. Рухля,
О.Г. Пап**

Учреждение БГУ НИИ Физико-химических проблем, Беларусь,
e-mail: shablovski@bsu.by

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОЛУЧЕНИЯ АНТИКОРРОЗИОННЫХ ФОСФАТНЫХ ПИГМЕНТОВ ПО БЕЗОТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА ОСНОВЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО СЫРЬЯ

Исследованы физико–химические закономерности синтеза фосфатных пигментов кальция и цинка с высокой степенью дисперсности из карбонатного и оксидного сырья и с использованием ортофосфорной кислоты.

В рамках традиционных способов получения, синтез антикоррозионных фосфатных материалов, использование которых становится все более актуальным в связи с сокращением потребления токсичных хроматов, проводится, как правило, осаждением из сильно разбавленных водных растворов соответствующих солей при определенном значении pH и сопровождается образованием побочных продуктов (количество которых, иногда сопоставимо с выходом целевого продукта), удаление и утилизация которых, зачастую требует значительных материальных затрат и создает дополнительные экологические проблемы.

В ходе исследования установлено, что комбинирование методов механохимии и гидротермальной обработки в рамках единого процесса, позволяет получать фосфатные материалы по безотходной технологии, непосредственным взаимодействием соответствующих оксидов с ортофосфорной кислотой с большим практическим выходом (93 – 96 %) и высокой степенью дисперсности (3 – 5 мкм), позволяющей непосредственно вводить синтезированные соединения в лакокрасочные композиции без дополнительного измельчения и гомогенизации.

Разработаны и оптимизированы методы подготовки и активации исходного сырья, оказывающие влияние на скорость и полноту протекания реакции, фазовый состав и качество конечного продукта.

Выявлены основные факторы процесса получения антикоррозионных пигментов (pH среды, температура и продолжительность активации и синтеза, соотношение твердой и жидкой фаз, интенсивность перемешивания), обеспечивающие возможность получения мелкодисперсных фазово–однородных фосфатов кальция и цинка.

THE POSSIBILITIES INVESTIGATION OF ANTICORROSIVE PHOSPHATIC PIGMENTS OBTAINING BY NONWASTE TECHNOLOGY FROM DOMESTIC RAW MATERIALS

Abstract: Physicochemical laws of calcium and zinc fine-dispersed phosphatic pigments synthesis techniques from carbonate and oxide raw materials with phosphoric acid use have been investigated.

**ВЫБОР МОЩНОСТИ ГОРЕЛОК И АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ
СИСТЕМОЙ ГАЗОУДАЛЕНИЯ
ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ЗАГРУЗОЧНЫХ
ПЕЧЕЙ**

Как показывает опыт авторов, большинство эксплуатируемых и предлагаемых на рынке нагревательных печей оснащены горелочным оборудованием избыточной мощности. Такая ситуация с одной стороны связана с неуверенностью проектантов в точности методик расчета, а с другой – желанием иметь «запас мощности».

Система эвакуации печных газов проектируется под мощность выбранного горелочного оборудования, т.е. она также оказывается избыточной в сравнении с оптимальным выбором мощности. Излишняя мощность устройств не дает преимуществ при эксплуатации печи, но усугубляет проблемы управления (как мощностью горелок, так и производительностью дымооса) на изотермических этапах термообработки изделий. Как показывают расчеты, требуемая на этих этапах мощность не более 10–15% от оптимальной мощности горелочного оборудования, в то время как хорошие современные горелки имеют диапазон регулирования от 100 до 20%.

При проектировании печи необходимо выбирать количество горелок, их мощности и расположение (с сохранением суммарной оптимальной мощности) так, чтобы можно было бы организовать симметричный ввод тепла с мощностью порядка 10% от оптимальной. Другими словами обеспечить возможность выключения одних горелок и глубокое регулирование других. Конструкция системы удаления печных газов и диапазон ее регулирования должны соответствовать диапазону изменения рабочей мощности горелок.

Представляется методика расчета параметров системы эвакуации печных газов, и принцип управления ею при изменении рабочей мощности горелок. Показано, что условие постоянного разрежения в печи, широко используемое на практике, ведет к существенному завышению рабочей мощности (необоснованным затратам топлива) на изотермических стадиях термообработки.

**SELECTION OF BURNERS POWER AND ALGORITHM
OF EXHAUST SYSTEM CONTROL TO MINIMIZE THERMAL LOSSES
OF LOADING FURNACES**

Abstract: According to authors experience, the majority of heating furnaces exploited and available in the market are equipped with burners having surplus power. On the one hand such situation could be explained by uncertainty of designers in the accuracy of design techniques, and on the other hand with the desire to have “power margin”.

The system of flue gases removal is designed in accordance with power of chosen burner equipment, i.e. it also appears superfluous in comparison with an optimum burners power selection. At furnace operation the surplus power of devices does not give the advantages, but aggravates the problems of control (both burners power, and exhaust system productivity) at isothermal stages of thermal treatment of pieces. As conducted calculations demonstrate, the capacity required at these stages is about 10–15 % of optimum value of burner equipment while good modern burners have control range within 100–20 %.

С.И. Шабуня, В.В. Мартыненко, Н.Л. Ядревская, А.Д. Якимович

ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси»,
Беларусь, e-mail: stas@dnп.itmo.by

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ И ОПТИМИЗАЦИИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ

Процесс получения стали в дуговой сталеплавильной печи (ДСП) сопровождается большими расходами энергетических ресурсов. Заменой одного ресурса другим можно добиться, как уменьшения стоимости тонны стали, так и увеличения производительности печи. Кроме того, применение химической энергии в дополнение к электрической позволяет увеличить производительность печи без увеличения мощности существующего трансформатора. Обеспечение оптимальных соотношений между потреблением энергоресурсов разного вида не может опираться только на данные об их стоимости и эмпирические коэффициенты эквивалентности между ними. Эта оптимизационная задача должна основываться на динамическом моделировании теплового режима печи и основных химических процессов в ней.

Основная проблема описания процесса плавки связана с принципиальной неопределенностью многих параметров, которые известны «в среднем», т. е. создание строгой трехмерной нестационарной модели невозможно. Нами создан программный комплекс, в котором реализуется расчет эволюции во времени средних характеристик процесса или, другими словами, выполняется 0-мерное нестационарное моделирование, описывающее весь цикл плавки от момента загрузки металлического лома до выпуска стали.

Разработанный компьютерный код, индивидуально настраиваемый для каждой конкретной ДСП, позволяет более детально анализировать

интересующие стадии процесса и может служить инструментом для исследования возможностей уменьшения потребления энергии и сокращения длительности плавки.

Важным элементом программного комплекса является многооконный графический интерфейс, ориентированный на специалистов по эксплуатации электропечи и не требующий от пользователя специальных знаний программирования. Подбор оптимальных соотношений между потреблением электроэнергии, природного газа, кислорода и других расходных материалов в ДСП требует многократных расчетов с различными параметрами модели. Интерфейс ввода поддерживает возможность легко и быстро их менять. А наглядная визуализация полученных результатов позволяет провести анализ многих вариантов и выбрать оптимальный с точки зрения заданных критериев.

BUNDLED SOFTWARE MODELING ELECTRIC ARC FURNACE OPERATION AND OPTIMIZATION OF ENERGY CONSUMPTION

Abstract: Steel making process in electric arc furnace (EAF) is accompanied by high energy consumption. Replacing one kind of resource with another one in energy budget can result in reduction of steel cost and increase of furnace productivity. The calculation of optimum ratio between consumed energy resources of a different kind is based on dynamic modeling of thermal regime of EAF and basic chemical processes. Developed bundled software calculates time evolution of average characteristics of modeled process, i.e. it performs 0D transient modeling of steel making in EAF. The developed computer code can be individually tuned for considered EAF and allows analyzing selected stages of process in more details and studying possibility to reduce energy consumption and duration of steel making process.

**В.М. Шаповалов¹, А.А. Тимошенко¹, М.Г. Таврогинская¹, А.М. Валенков¹,
А.В. Чуб²**

¹ГНУ «Институт механики металлополимерных систем
им. В.А.Белого НАН Беларуси», Беларусь;
²УП «Экопластсервис», Беларусь

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ КОРПУСОВ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Количество аккумуляторов, ежегодно подлежащих замене, постоянно увеличивается и составляет 11 % от всех образуемых опасных отходов. Это становится серьезной экологической проблемой, так как при переработке корпусов аккумуляторных батарей происходит загрязнение окружающей среды, особенно пылью, содержащей свинец. Поэтому важность утилизации и переработки корпусов аккумуляторных батарей определяется отсутствием в РБ производства первичного полипропилена, необходимостью решения

проблемы ресурсосбережения, позволяющей экономить значительные ресурсы нефти и природного газа и необходимостью решения экологических проблем, связанных с утилизацией данного вида отходов.

Предложена следующая технология получения полимерного сырья из корпусов аккумуляторных батарей. На первом этапе производят отделение корпусов аккумуляторных батарей от свинцовых электродов. Второй этап включает флотацию измельченных отходов. На данном этапе происходит всплывания полимера и осаживания песка, грязи и различных включений.

Третий этап включает предварительное измельчение корпусов аккумуляторных батарей (размером до 15 см) и промывку водой. На 4 этапе осуществляют обработку корпусов аккумуляторных батарей смесью органических и неорганических кислот. В результате реализации этих работ происходит химическое связывание катионов свинца с анионными группами соответствующих кислот. Посредством процесса солеобразования ионы свинца переходят в раствор. На основании качественного определения ионов свинца (реакции сусального золота) показано, что наиболее интенсивные процессы образования солей свинца происходят при совместном воздействии органических и неорганических кислот, в частности азотной и уксусной. Установлена наиболее оптимальная концентрация уксусной кислоты, находящаяся в пределах 10%. При использовании более концентрированной уксусной кислоты десорбция свинца уменьшается. Это объясняется химической особенностью свинца, которая заключается в ингибировании процессов его солеобразования с более концентрированными органическими кислотами. При анализе статистических результатов исследования десорбирующей активности азотной кислоты отмечается устойчивая положительная корреляция между ее концентрацией и количественным содержанием ионов свинца в отмывочном растворе. В целях экономии можно использовать азотную кислоту 3% концентрации. В результате проведенного исследования показана целесообразность использования буферной смеси данных кислот (3%-ую азотную кислоту, 10%-ую уксусную кислоту и 5%-ую щавелевую кислоту) в качестве десорбирующего агента. Пятый этап определяет последующее измельчение отходов до частиц в пределах 1 см.

Далее на 6 и 7 этапах осуществляют сушку измельченных отходов горячим воздухом и их применение для получения полимерного сырья.

Таким образом в результате данного исследования оптимизирована технология отмывки отходов корпусов аккумуляторных батарей от загрязнения ионами свинца и предложена оптимальная технология получения из них полимерного сырья.

Abstract: As a result of the given probe the technology of washing of waste products of bodies of accumulator batteries from contamination by ions of lead is optimized and the optimal technology of obtaining from them polymeric raw material is offered

Л.И. Шашура

ГНУ «Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения НАН Беларуси»,
Беларусь, e-mail: resource@mail.grodno.by

МНОГОСЛОЙНЫЙ ПОЛИМЕРНЫЙ MELT-BLOWN МАТЕРИАЛ ДЛЯ УДАРОЗАЩИТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ

Некоторые популярные виды спорта такие, как, например, хоккей, мотоспорт, горные лыжи, сноубординг, достаточно травмоопасны. Поэтому целесообразно использование специализированной экипировки, в том числе специальной защитной одежды или отдельных защитных элементов (накладок, протекторов, щитков, налокотников) для минимизации последствий ударов, столкновений и падений. Амортизирующий эффект достигается за счет того, что кинетическая энергия удара преобразуется в энергию другого типа – в тепловую или в энергию деформации амортизирующей системы, распределяется по большей площади поверхности и, кроме того, увеличивается время восприятия удара.

В настоящее время в качестве демпфирующих материалов чаще всего используются пенополиуретаны, пенорезины, вспененные пластики. Основными недостатками таких материалов являются недостаточная вентилируемость или даже полная воздухонепроницаемость, высокая стоимость и нередко низкая износостойкость.

Исследования показали перспективность разработки амортизирующих защитных элементов на основе волокнисто-пористых нетканых полимерных материалов, полученных с помощью технологии melt-blowing.

В Научно-исследовательском центре проблем ресурсосбережения НАН Беларуси разработан новый материал-конструкция, обладающий улучшенными демпфирующими и тактильными свойствами.

В качестве основы были использованы плоские листы волокнисто-пористого ПВД толщиной 1–1,5 мм и аксиально прошиты как по периметру, так и по всей поверхности в определенном порядке. Такая технология позволяет легко варьировать конечную толщину элемента (изменяя количество слоев полимера). Кроме того, многослойные механически сцепленные образцы обладают большей гибкостью, чем аналогичные, но изготовленные зацело.

A MULTILAYERED POLYMER MELT–BLOWN MATERIAL WITH CUSHIONING EFFECT FOR THE SPECIAL GARMENTS ELEMENTS

Abstract: Some kinds of sports such as hockey, horse riding, motorcycling, etc. demand using special clothing to protect sportsmen against injuries caused by blows and falls. The paper presents the novel multilayered nonwoven cushion structure which is expected to be suitable for the impact protectors inserted in clothing and protection equipment.

**С.Г. Широков¹, Н.К. Лисай², Г.В. Мысливец²,
Ф.Н. Леонов³, Д.Г. Мысливец³**

¹ГНУ «Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения
НАН Беларуси», Беларусь, e-mail: resource@mail.grodno.by

²ДП «Мостовская сельхозтехника», Беларусь,

³УО «Гродненский государственный аграрный университет», Беларусь

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО КОМПЛЕКСНОГО УДОБРЕНИЯ С МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ ДЛЯ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ СЕМЯН И НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Рассматривая различные способы применения микроэлементов в сельском хозяйстве, в том числе в минеральных удобрениях, приготовленных в заводских условиях, следует отметить, что его использование целесообразно только в том случае, когда растения одновременно нуждаются как в микро-, так и макроэлементах.

Если минеральные удобрения уже внесены, наиболее приемлемыми способами внесения микроэлементов будут некорневая подкормка и предпосевная обработка семян.

Анализ отечественных и зарубежных тенденций в области разработки различных защитно-стимулирующих веществ показывает, что набор веществ, предназначенный для предпосевной обработки и некорневых обработок по вегетирующим растениям; превосходит технико-экономические показатели

отдельно применяемых регуляторов роста тира «Гидрогумат» и импортных образцов, фунгицида ТМТД, микроудобрения «Миком».

На основе отечественных компонентов (микроудобрения «Микрогумат», макро-НПК-удобрения, комплексного микроудобрения с микроэлементами в хелатной форме и полиэлектrolитного геля («Гисинар»)) разработано комплексное макро–микроудобрения для обработки вегетирующих растений семян сельскохозяйственных культур – торговое название «НПК–микро–гель».

Исследовано влияние состава комплексного отечественного макро-микроудобрения с использованием инкрустирующих и фунгицидных средств, па прорастание (всхожесть) семян; исследование агрохимической эффективности его при некорневом внесении на основных сельскохозяйственных культурах (зерновые, рапс, овощные культуры и другие). Разработаны ресурсосберегающие технологии и рецептуры композиций, включающих отечественные компоненты (гидрогель «Гисинар», «Медикар» «Гумат», НПК-удобрения с микроэлементами). Подготовлена техническая документация (технические условия и технологический регламент); создано малотоннажное промышленное производство нового вида продукции.

Новое комплексное макро-микроудобрение имеет следующие показатели:

- массовая доля действующих веществ – 25 % (содержит: азот, фосфор, калий, микроэлементы в хелатной форме, медь в биологически активной форме, гидрогумат, ПЭГГ – водорастворимый полимер);
- показатель концентрации ионов водорода (рН), в пределах 6–8;
- условная вязкость, с не более 50,0;
- содержание ПЭГГ, %, в пределах 2-5

Научная новизна и практическая значимость выполненной работы состоит в том, что впервые в Республике на основе отечественных микроудобрений и препаратов («Медикар», жидкий комплекс НПК –макро–микро, «Гумат», полиэлектrolитный гидрогель «Гисинар»)) разработана ресурсосберегающая технология и создано малотоннажное опытное производство получения нового вида макро–микроудобрения для промышленной предпосевной инкрустации семян и некорневых подкормок широкого ассортимента. Проведены предварительные агрохимические полевые испытания опытной партии «НПК–микро–гель» в ОАО «Черлена» и ф/х «Горизонт» Мостовского района, которые подтвердили высокую эффективность комплекса макро– микроэлементов при внесении под зерновые культуры и ряд овощных культур (картофель, лук и морковь).

PROBE AND DEVELOPMENT RESOURCE-SAVING OF OBTAINING AND
APPLICATION OF DOMESTIC COMBINED FERTILIZER

WITH MICROELEMENTS FOR CONDITIONING SEEDS AND THE SPRAY DRESSING OF AGRICULTURAL CROPS

Abstract: On the basis of domestic components Microfertilizing «Microhumate», Macro – NPK-удобрения, a complex microfertilizer with microelements in the chelated form and polyelectrolyte gel («Gisinar») it is developed complex macro–microfertilizers for machining vegetans plants of seeds of agricultural crops – a trade name «NPK–micro–g–el».

Л.Ф. Шломина, Л.В. Дихтievская, А.Д. Маркин, В.В. Шевчук

ГНУ «Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси», Беларусь,
e-mail: dixti@yandex.ru

НОВЫЙ РЕАГЕНТ-СОБИРАТЕЛЬ ДЛЯ ШЛАМОВОЙ ФЛОТАЦИИ КАЛИЙНОЙ РУДЫ

Калийные руды Старобинского месторождения, перерабатываемые на РУП «ПО «Беларуськалий», характеризуются повышенным содержанием нерастворимого в воде остатка (н.о.), представленного преимущественно глинисто–карбонатными минералами, которые оказывают отрицательное влияние на флотационное обогащение калийной руды, снижая извлечение хлористого калия в концентрат и ухудшая селективность процесса.

Одним из наиболее эффективных способов удаления глинисто-карбонатных примесей из калийной руды является ее флотационное обесшламливание. В настоящее время на СОФ РУП «ПО «Беларуськалий» в качестве собирателя глинисто–карбонатных примесей используется водно-солевой раствор полиакриламида марки Praestol, который однако не обеспечивает достаточного извлечения примесей в пенный продукт.

Исследованиями, проведенными в Институте общей и неорганической химии НАН Беларуси, показана высокая эффективность использования отечественного реагента СУП (средство универсальное полимерное — ТУ РБ 14578642-002-95) в качестве собирателя глинисто-карбонатных примесей при шламовой флотации калийной руды. Реагент СУП представляет собой водорастворимую композицию, включающую в свой состав полимеры линейной и разветвленной структуры. Применение реагента СУП в сочетании с полиакриламидом резко интенсифицирует процесс шламовой флотации и последующую сильвиновую флотацию. При использовании этого реагента при шламовой флотации значительно возрастает извлечение нерастворимого

остатка и снижается содержание хлористого калия в пенном продукте, а в процессе последующей силивиновой флотации повышается извлечение и содержание KCl в силивиновом концентрате при одновременном снижении в нем содержания н.о. Реагент СУП оказывает флокулирующее действие на глинисто-карбонатные суспензии, повышая скорость их осветления и сгущения.

Способ флотации глинисто-карбонатных шламов из калийсодержащих руд с использованием реагентной смеси полиакриламида с реагентом СУП запатентован (патент РБ № 10272), прошел успешные промышленные испытания и в настоящее время внедрен на СОФ 1 РУ РУП «ПО «Беларуськалий» в качестве собирателя глинисто-карбонатных примесей при шламовой флотации калийной руды.

NEW COLLECTOR FOR THE SLIME FLOTATION OF POTASH ORE

Abstract: New collector mixture on the basis of polyacrylamide and agent universal polymer for the slime flotation of potash ore has been developed and introduced on PA «Belaruskali».

В.Я. Щерба, А.В. Конопляник

ЗАО «Солигорский институт проблем ресурсосбережения с опытным производством»,
Беларусь, e-mail: ipr@sipr.by

ВЛИЯНИЕ АДСОРБЦИОННОЙ МОДИФИКАЦИИ МИНЕРАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ

Введение минеральных дисперсных наполнителей в состав ПКМ приводит к существенному изменению их теплофизических свойств. Структура композита, особенно состояние границы раздела фаз, оказывает определенное влияние на скорость и характер протекания термоокислительной деструкции.

Исследовалось влияние адсорбционной обработки поверхности синтетического цеолита НМПЭ, ХСПЭ, АПП, СЭВА и ПЭО на термические свойства фурано-эпоксидных композитов. При этом термогравиметрические кривые для всех исследованных полимерных систем подобны. Адсорбционная модификация поверхности дисперсных алюмосиликатов изменяет только кинетические параметры процесса термоокислительной деструкции.

Снижение термической устойчивости фурано-эпоксидных ПКМ при наполнении синтетическим цеолитом, вероятно, связано с изменением структуры композита, «разрыхлением» полимерной матрицы, в результате чего

значительно облегчается диффузия молекул кислорода в объем композита и снижается уровень энергетического порога начала процессов термоокислительной деструкции. Модификация поверхности дисперсного наполнителя НМПЭ, ХСПЭ и АПП на первой стадии процесса термоокислительной деструкции приводит к снижению эффективной энергии активации (по сравнению с композитом с исходным алюмосиликатом) на 4,5–6,5 %. В случае обработки СЭВА она снижается на 3 %, адсорбционная модификация ПЭО практически не оказывает влияние на величину энергетического барьера процессов термоокислительной деструкции.

На второй стадии обработка поверхности синтетического цеолита НМПЭ, ХСПЭ, АПП не приводит к существенному изменению эффективной энергии активации в сравнении с ПКМ, содержащим немодифицированный алюмосиликат.

Влияние адсорбционной модификации поверхности синтетического цеолита полиэтиленоксидом на эффективную энергию активации процесса термоокислительной деструкции на первой стадии увеличивает энергию активации до максимума, а на второй стадии процесса достигает наименьшего значения.

Изменение термических свойств фурано–эпоксидных композиционных материалов при введении адсорбционно модифицированных дисперсных алюмосиликатов может быть объяснено формированием межфазного слоя в ПКМ, способствующего снижению внутренних остаточных напряжений как на границе раздела фаз, так и в объеме композита. В результате структура композиционного материала становится более однородной с минимальным количеством структурных дефектов, что в некоторой степени затрудняет диффузию молекул кислорода в объем композиционного материала в процессе термоокислительной деструкции.

INFLUENCE OF ADSORPTIVE MODIFICATION OF MINERAL FILLERS ON THERMAL PROPERTIES OF COMPOSITES

Abstract: Modification of a surface of mineral fillers allows to change the thermal properties of furane–epoxy composites.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Чижик С.А. СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ – СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОНОМИКИ XXI ВЕКА 3

Свиридёнков А.И. РОЛЬ МЕСТНЫХ РЕСУРСОВ В УСТОЙЧИВОМ РАЗВИТИИ ГОСУДАРСТВА 4

Михалевич А.А., Пархомова З.С. О ХОДЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ КОМПЛЕКСНОЙ ПРОГРАММЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ «ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ» НА 2006-2010 ГГ 7

Ильющенко А.Ф., Кухарев А.В., Федорович В.Н. ГОСУДАРСТВЕННАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА «РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ–2010» ВЫПОЛНЕНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ 9

Марукович Е.И., Патук Е.М. НОВЫЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЬЯ 12

Бородуля В.А., Добкин С.М., Галуза С.А., Лосовский И.Г. ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ В ЖКХ ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ ПЕРВОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ С КИПАЩИМ СЛОЕМ НА ФРЕЗЕРНОМ ТОРФЕ 13

Идиятуллин Р.Г., Петрушенко Ю.Я., Фарлеев И.Ш. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ 15

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ И НЕТРАДИЦИОННЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ

Багинский В.Ф. ЗАПАС ДРЕВЕСНОГО ОТПАДА В ХВОЙНЫХ ДРЕВОСТОЯХ БЕЛАРУСИ 16

Багинский В.Ф., Бурак Ф.Ф. РЕСУРСЫ ЧЕРНООЛЬХОВЫХ ЛЕСОВ КАК ИСТОЧНИКА ДРЕВЕСНОГО ТОПЛИВА 17

Бородуля В.А., Виноградов Л.М. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ С КИПАЩИМ СЛОЕМ 19

Васильев Л.Л., Матвеев Ю.Н., Журавлёв А.С., Антух А.А., Драгун Л.А., Цитович А.П. РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ НА ТВЕРДЫХ СОРБЕНТАХ 20

Волович П.И., Исайчиков М.Ф. ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ И ВЫРАЩИВАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ДЛЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ 21

Волостнов В.П., Германович А.П., Силенков М.А, Фатеев Г.А.,	
Чеклина А.И. СОЗДАНИЕ АВТОНОМНОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ	С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕТРО- И ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК И	
СРЕДСТВ АККУМУЛИРОВАНИЯ ВОДОРОДА КАК ВТОРИЧНОГО	
ЭНЕРГОНОСИТЕЛЯ	22
Ивашко В.В., Вегера И.И., Михлюк А.И. ПЕРСПЕКТИВЫ	ПРИМЕНЕНИЯ
НАГРЕВА ТОКАМИ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ	ДЛЯ
ТЕРМООБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ	24
Кузнецов И.Н., Ручай Н.С. АНАЭРОБНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ПОСЛЕСПИРТОВОЙ	
БАРДЫ С ПОЛУЧЕНИЕМ БИОГАЗА	25
Лапицкая О.В., Зеленский В.В. СРАВНИТЕЛЬНАЯ СЕБЕСТОИМОСТЬ ЗАГОТОВКИ	
ДРЕВЕСНОГО ТОПЛИВА ИЗ РУБОК УХОДА	И ДРЕВЕСНОГО
ОТПАДА	27
Лисай А.Н., Журавский Г.И., Матвейчук А.С. ОБОРУДОВАНИЕ	ДЛЯ
ПОЛУЧЕНИЯ ГОРЮЧИХ ГАЗОВ ИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ	28
Минкевич С.И. РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ УЧЕТА И ОЦЕНКИ	СОСТОЯНИЯ
ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ В ГЕРМАНИИ	29
Михальченко А.А. РАЗВИТИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ	ТЕХНОЛОГИЙ
ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА	НА
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ	32
Новик И.Г. КРИОГЕННАЯ ОБРАБОТКА В ТЕХНОЛОГИИ	ПОЛИМЕРНЫХ
МАТЕРИАЛОВ	33
Паплевка А.Ф., Ермоленко Н.И., Максимук Ю.В. ИСПЫТАНИЯ ТОПЛИВНЫХ	
ГРАНУЛ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ	33
Пумпур В.А., Ильюшенко В.М., Короткий Г.П. ИССЛЕДОВАНИЯ ПО СОЗДАНИЮ	
НЕПРЕРЫВНОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО	
ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЦИНКОВЫХ АНОДОВ	33
Пуныко А.И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ РАСТЕНИЕВОДСТВА	ДЛЯ
ПРОИЗВОДСТВА ГРАНУЛИРОВАННОГО ТОПЛИВА	35
Свило Э.В., Богданович А.В. ВЕТРОДВИГАТЕЛЬ	С
ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМ ВРАЩАЮЩИМ МОМЕНТОМ	36
Свило Э.В. ВЕТРЯНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ НА БАЗЕ	АСИНХРОННОГО
ГЕНЕРАТОРА	38
Титов В.Н. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ	ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ЩЕПЫ В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА ПРИ СВОДКЕ КУСТАРНИКА С ОТКОСОВ	
МЕЛИОРАТИВНЫХ КАНАЛОВ	39
Тихонова Л.А., Полуян А.Ф., Д.В. Зносок ЭЛЕКТРОДНЫЕ	МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ	40
Троцкая Т.П., Голубец И.Е., Богдан М.В., Миронов А.М.,	
Литвинчук А.А. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ СУШКА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ С	
ПРИМЕНЕНИЕМ ОЗОНА	41
Тумилович В.Н. ПРИМЕНЕНИЕ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ	В
КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО	СГОРАНИЯ,
ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ	43

Филиппов В.В., Шулицкий Б.Г., Лабунов В.А. ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ ЯЧЕЕК	НА ОСНОВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ	45
--	---	-----------

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

Бармин О.А., Митрофанов В.А. ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ КАДРОВ ОТРАСЛЕЙ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА В СФЕРЕ ЭНЕРГЕТИКИ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ	47
Бармин О.А., Муравьев В.И. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫВКИ ВОЗДУШНОГО КОМПРЕССОРА ГАЗОВОЙ ТУРБИНЫ	49
Веселуха В.М., Лис И.Н., Трубицкий Р.Э. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ТЕРМООБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА ДЕТАЛЕЙ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ	50
Володин В. И., Кунтыш В.Б., Самойлюкович Н.Г. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ КОНДЕНСАЦИОННОГО ТЕПЛООБМЕННИКА ДЛЯ ГЛУБОКОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ПАРОВЫХ КОТЛОВ НА ПРИРОДНОМ ГАЗЕ	51
Володин В.И., Кунтыш В.Б., Самойлюкович Н.Г. ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЗДУШНЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ	53
Горбачев Н.М., Кожин В.П. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ СУШКИ ДРЕВЕСНЫХ И ДРУГИХ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ	54
Дудецкая Л.Р., Орлов Ю.Г., Александров В.В. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЛИТЫХ ВСТАВОК ШТАМПОВ	55
В.И. Жорник, А.И. Полуян ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ НАПЛАВКИ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКЕ	57
Идиятуллин Р.Г., Галимзянов Р.Х., Грачева Е.И., Рюмин Е.В. ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРЕДПРИЯТИЯ ПО КРИТЕРИУ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ	61
Клубович В.В., Кулак М.М., Платонов Л.Л. САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩИЙСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СИНТЕЗ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ. УЛЬТРАЗВУК КАК СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ПРОДУКТАМИ СИНТЕЗА	62
Лис И.Н., Веселуха В.М., Трубицкий Р.Э. ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ЛИТЬЯ ОТЛИВОК ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА ДЕТАЛЕЙ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ	64

Рубаник В.В., Махановская О.Н., Яснов В.В., Багрец Д.А., Симикиян О.Е.	
УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ДИСПЕРГИРОВАНИЕ ЖИДКИХ СРЕД	ПОД
ИЗБЫТОЧНЫМ ГИДРОСТАТИЧЕСКИМ ДАВЛЕНИЕМ	65
Семенов А.С., Тетерятников В.В.	
РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ	
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ УСТАНОВОК УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА УХОДЯЩИХ	
ГАЗОВ ОТ КОТЛОВ И ПЕЧЕЙ НА ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ	
РЕСПУБЛИКИ	66
Сидорович Т. В., Байков В.И.	
ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООТДАЧИ	ПРИ
ЛАМИНАРНОМ ВЯЗКОСТНОМ ТЕЧЕНИИ ЖИДКОСТИ	В
ПЛОСКОМ КАНАЛЕ (ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)	68

МАТЕРИАЛОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

Антонова З.А., Крук В.С., Максимук Ю.В.	
ЗАВИСИМОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	
КАЧЕСТВА МЕТИЛОВЫХ ЭФИРОВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ, ПРОИЗВОДИМЫХ В	
БЕЛАРУСИ, ОТ ТЕХНОЛОГИИ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ	
	70
Граховская Е.В., Барсуков В.Г., Волк О.С.	
МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ	
ПАРАМЕТРОВ ВИНТОВОЙ НАРЕЗКИ ЧЕРВЯКОВ ЭКСТРУДЕРОВ	С
УСИЛЕННЫМ СЕРДЕЧНИКОМ	71
Ермолович О.А., Винидиктова Н.С., Лакшина Е.В.,	
Печерский Г.Г.	
ДЕФОРМАЦИОННО-ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА	
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	72
Клубович В.В., Томило В.А., Марусич В.И.	
ЭКОНОМИЧНЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ	
ПРОФИЛИ В УПРУГИХ ЭЛЕМЕНТАХ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ	
	74
Кравцевич А.В., Свириденко А.И., Игнатовский М.И., Новик И.Г.	
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ УПАКОВОЧНЫЕ НАНОПЛЁНКИ	75
Кудина Е.Ф., Печерский Г.Г.	
РАЗРАБОТКА ГЕЛЕОБРАЗУЮЩЕГО СОСТАВА ДЛЯ	
ВОДОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ	76
Левицкий И.А. , Баранцева С.Е. , Мазура Н.В.	
ПОЛУЧЕНИЕ	
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ИЗНОСОСТОЙКИХ ГЛАЗУРНЫХ	ПОКРЫТИЙ
	78
Маруха В.И., Гнып И.П.	
ИНЪЕКЦИОННОЕ УПРОЧНЕНИЕ	КАК
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА БЕТОННЫХ СООРУЖЕНИЙ	
С ТРЕЩИНАМИ	79
Маруха В.И., Середницкий Я.А., Волошин М.П.	
ХАРАКТЕРИСТИКИ	
ЭПОКСИДНЫХ, ЭПОКСИДНО-КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ	И
УРЕТАНОВЫХ ИНЪЕКЦИОННЫХ КОМПОЗИЦИЙ И ПОЛИМЕРОВ	ДЛЯ
РЕМОНТА БЕТОНА	81
Новиков А.К., Матвеев К.С., Куксёнок Т.С.	
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ	
ЭКСТРУДЕР ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	83
Ольховик В.К. , Агабеков В.Е. , Калечиц Г.В.	
ДИМЕТИЛОВЫЙ ЭФИР 4,4'-	
БИФЕНИЛДИКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ – СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКТОВ	
РАЗЛИЧНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	84

Опекунов В.В., Даценко Б.М. ПОРИСТО-ПУСТОТЕЛЫЕ КРУПНОРАЗМЕРНЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ	ДЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	86
Онекунов В.В., Ободович А.Н. ПОРИСТЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ	ДЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	87
Пликус О.А., Опанасенко О.Н., Крутько Н.П., Ткачева Т.А. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЭМУЛЬСИОННЫЕ БИТУМНО-ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	ДЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ	88
Поболь И.Л., Рудак П.В. УПРОЧНЯЮЩИЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА		90
Попок Н.Н. МОБИЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО КАК РЕЗЕРВ РЕСУРСОВ	И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ	91
Савич В.В., Пилиневич Л.П. ЭНЕРГО- И РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЙ ЭФФЕКТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОРИСТЫХ АЭРАТОРОВ ИЗ ГУБЧАТОГО ПОРОШКА ТИТАНА		92
Старовойтов С.А., Свириденко А.И. ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ СПОРТИВНОЙ ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ СТЕЛКИ		94
Тарасюк В., Крупич Б., Барсуков В. ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ФОРМ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА		95
Цыбульская Л.С., Гаевская Т.В. МНОГОСЛОЙНЫЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ И СПЛАВА НИКЕЛЬ-БОР ВМЕСТО ХРОМОВЫХ ПОКРЫТИЙ		97
Чубис П.А., Черная Н.В., Эмелло Г.Г. УДЕРЖАНИЕ НАПОЛНИТЕЛЯ В СТРУКТУРЕ БУМАГИ В УСЛОВИЯХ ГЕТЕРОАДАГУЛЯЦИИ КОМПОНЕНТОВ БУМАЖНОЙ МАССЫ	В	98
Шишаков Е. П., Шевчук М. О. НОВЫЕ ВИДЫ СВЯЗУЮЩИХ	ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОСТОЙКОЙ ФАНЕРЫ	99
Яркович В.М. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ СВАРОЧНОЙ ПРОВОЛОКИ И КАЧЕСТВА СВАРКИ		101

ПЕРЕРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ

Бровко С.В., Пятов В.В. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ МЕТОДОМ ЭКСТРУЗИИ	103
Егорова Е.А., Матвеев К.С., Солтовец Г.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ОБУВНОГО ПРОИЗВОДСТВА В КАЧЕСТВЕ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОСНОВНЫХ СТЕЛЕК	104
Ещенко Л.С., Салоников В.А., Будилковский Д. ПОЛУЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГАЛЬВАНОШЛАМОВ	105
Жарский И.М., Орехова С.Е., Курило И.И. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫДЕЛЕНИЯ V_2O_5 ИЗ ОТРАБОТАННЫХ ВАНАДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ СЕРНОКИСЛОТНОГО ПРОИЗВОДСТВА	107

**Жданук Е.Н., Жарская Т.А., Крутько Э.Т. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДА
ПРОИЗВОДСТВА ОПТИЧЕСКИХ СТЕКОЛ В ЛАКОКРАСОЧНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

108

**Капцевич В.М., Богинский Л.С., Лисай Н.К., Кусин Р.А.,
Корнеева В.К., Кривальцевич Д.И., Закревский И.В., Чугаев П.С.,
Петрикевич М.Е., Вольский В.А. РАЗРАБОТКА ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ
НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ МЕДНОГО КАБЕЛЯ**

110

**Клубович В.В., Рубаник В.В., Самолётов В.Г. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ОТХОДОВ КОЖЕВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАДИЕНТНЫХ
МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ СВС**

111

**Левицкий И.А., Павлюкевич Ю.Г., Мазура Н.В. ПОЛУЧЕНИЕ КЕРАМЗИТА С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ШЛАМА**

112

**Матвеев К.С., Пятов В.В., Егорова Е.А., Ковалев В.Н. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ
КОМПОЗИЦИОННОГО СТЕЛЕЧНОГО МАТЕРИАЛА**

114

**Орехова С.Е., Радченко С.Л., Радченко Ю.С. ПОЛУЧЕНИЕ СТЕКЛОВИДНЫХ
МАТЕРИАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВАНАДИЙСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ
СЕРНОКИСЛОТНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

115

**Слижук Д.С., Горбачев Н.М., Кожин В.П., Жавнерко И.В., Стаховская
Н.Э., Червоный А.И., Козич З.Н. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ
ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА МИНЕРАЛОВАТНЫХ ПЛИТ**

110

**Ставров В.П., Калинин А.Н., Карпович О.И., Спиглазов А.В.
КОМПАУНДИРОВАНИЕ СМЕШАННЫХ ОТХОДОВ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ
ПОЛИМЕРОВ И ВОЛОКНИСТЫХ ОТХОДОВ СТЕКЛОПЛАСТИКА ДЛЯ
ФОРМОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ**

118

**Таврогинская М.Г., Тимошенко В.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ
ДОЛГОВЕЧНОСТИ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ОТХОДОВ**

119

**Филимонов О.В., Кудян С.Г., Коваль В.Н., Песецкий С.С. РЕГЕНЕРАЦИЯ
БЫТОВЫХ ОТХОДОВ ПЭТФ И КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ИХ
ОСНОВЕ**

119

**Юркевич О.Р., Иноземцева Е.В. КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА
ОСНОВЕ НЕКОНДИЦИОННОГО ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА**

121

СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ

**Андрижиевский А.А., Лукашевич А.Г., Михалычева Э.А.,
Трифонов А.Г. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА**

И

ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЗУ

124

**Антанович Н.А. АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИЙ ФОРМИРОВАНИЯ
ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ УЗЛОВ ТРЕНИЯ МАШИН
МЕХАНИЗМОВ**

ТОНКИХ

И

125

Антонова З.А., Крук В.С., Курсевич В.Н., Смирский В.В.,

Пиллюк Я.Э., Сильченко А.А. КОМПЛЕКСНЫЕ МИНЕРАЛООРГАНИЧЕСКИЕ МИКРОУДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ЖИДКОГО БИОТОПЛИВА	126
Арцукевич И.М., Гуляй И.Э., Опекунов В.В. СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАНОЛА ИЗ СТОЧНЫХ ВОД	127
Аршинов М.К., Сарасеко М.Н., Аршинов К.И. ЛАЗЕРНАЯ ПОВЕРХНОСТНАЯ МОДИФИКАЦИЯ КЕРАМИКИ $ZrO_2:CO$, $ZrO_2:Ni$, $Al_2O_3:CO$	128
Аршинов К.И., Аршинов М.К. ФОРМИРОВАНИЕ ПОКРЫТИЯ $Al:Zn$ МЕТОДОМ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ	С
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ПОДВОДОМ ЭНЕРГИИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ	130
Ахмадиева Л.В. ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЗМА МОДИФИЦИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ В ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦАХ	131
Ахмадиева Л.В. КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЭЛЕМЕНТОВ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТ КОРРОЗИОННОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ	132
Бабкова Н.М., Баранцева С.Е., Шишканова Л.Г. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЕ ПЕНОСТЕКЛО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГОРНЫХ ПОРОД МИКАШЕВИЧСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	133
Башмаков В.И., Чикова Т.С., Игнатовский М.И., Лешик С.Д., Ховатов П.А. ИЗУЧЕНИЕ ДВОЙНИКОВЫХ ГРАНИЦ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МОНОКРИСТАЛЛАХ МЕТОДОМ СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ	В АТОМНО- 135
Белоус Н.Х., Кошевар В.Д., Родцевич С.П., Тавгень В.В. ГИДРОФОБНО-ПЛАСТИФИЦИРУЮЩАЯ ДОБАВКА ДЛЯ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ	КОМПЛЕКСНАЯ 136
Беседина Т.В., Зейфман С.М., Мазовка В.Н., Пикус М.М., В.Н., Телущенко Е.А., Терешко Н.В., Якушев А.П. РАЗРАБОТКА РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУШПАЛ ТЕРМОПЛАСТКОМПОЗИТНЫХ СЫРЬЯ ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ РЕЛЬСОВЫХ ПУТЕЙ	Степаненко ПРОИЗВОДСТВА ИЗ ВТОРИЧНОГО 138
Беседина Т.В., Зейфман С.М., Мазовка В.Н., Пикус М.М., В.Н., Телущенко Е.А., Терешко Н.В., Якушев А.П. РАЗРАБОТКА РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМОПЛАСТКОМПОЗИТНЫХ ПЛИТ СВИНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ	Степаненко ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ 139
Бирюк В.А., Цымбалюк О.Н. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ $FeO-Al_2O_3-SiO_2$	140
Богущ В.А., Саванович С.Э., Давыдов А.Б., Дубовик Н.Г. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РАДИОПОГЛОЩАЮЩИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВОЛОКОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В СВЧ ДИАПАЗОНЕ	142

Бондарев К.А., Киркор М.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ ЛИГНИНА	
144	
Бурдовицына Л.И. РЕГУЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ	
СВОЙСТВ ПОРИЗОВАННЫХ БЕТОНОВ С ПОМОЩЬЮ ПАВ	
145	
Гарбала К., Патюк А. ПОВЫШЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ СВОЙСТВ ВЕТРЯНЫХ	
ТУРБИН ЧЕРЕЗ ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ	
147	
Герасименко С.А. ПОЛУЧЕНИЕ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ПЛАСТМАССОВЫХ	
ИЗДЕЛИЙ ПО ЭКСТРУЗИОННО-ПРЕССОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ С	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ	148
Глоба А.И., Крутько Э.Т., Жарская Т.А. ХИМИЧЕСКАЯ ИМИДИЗАЦИЯ	
ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИХ ИМИДОСОДЕРЖАЩИХ КОМПОЗИЦИЙ	149
Горжанов В.В., Кашин А.Н., Темрук В.И., Соловьева Т.В.	
ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БУМАГИ ДЛЯ	
ПЕЧАТИ	150
Горнаев Н.А., Евтеева С.М., Андронов С.Ю., Пыжов А.С.	
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ И	
РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ ДОРОЖНЫХ	
МАТЕРИАЛОВ	152
Давыдик А.В., Русак И.М., Луговский В.П. ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОЙ	
ОБРАБОТКИ СИГНАЛА В СРЕДСТВАХ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА	
ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	
153	
Дакуко С.Н. РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ	
ОБРАБОТКИ КАЛИЙНЫХ ПЛАСТОВ СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	
154	
Долинская Р.М., Свидерская Т.Д., Щербина Е.И. МОДИФИЦИРОВАННЫЕ	
ЭЛАСТОМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ – ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ	
КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ	155
Долинская Р.М., Свидерская Т.Д., Щербина Е.И. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ	
МАТЕРИАЛ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШПРИЦОВАННЫХ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ	
ИЗДЕЛИЙ	157
Драгун В.Л., Стетюкевич Н.И., Шевцов В.Ф., Хилько М.В.	
ТЕРМОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ ВОЛОКНИСТОЙ	
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ МЕТОДОМ НАГРЕТОГО ЗОНДА	158
Драгун В.Л., Шевцов В.Ф., Стетюкевич Н.И., Хилько М.В.	
РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ МЕТОДА СРАВНИТЕЛЬНЫХ ТЕРМОИСПЫТАНИЙ	
ВОЛОКНИСТОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ	
ТЕПЛОВИЗОРА	159
Дубкова В. И., Крутько Н. П., Кукареко В. А., Минкевич Т. С.	
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА	
ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА, ВЫСОКОНАПОЛНЕННОГО	
АЛЮМИНИЙСОДЕРЖАЩИМИ УГЛЕРОДНЫМИ ВОЛОКНАМИ	161

Дубкова В. И., Белоус Н. Х., Крутько Н.П., Беясова Н.А.	
НОВЫЙ СПОСОБ ЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ И БЕТОНА ОТ БИОРАЗРУШЕНИЙ	
162	
Дубодел В.П., Бакланенко Л.Н., Шаповалов В.М.	
РАЗРАБОТКА	
ЛАКОКРАСОЧНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ	
НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА	163
Дубатовка С.А., Шашура Л.И.	
ЭКСПРЕСС-МЕТОДИКА ОЦЕНКИ	
ДЕМПФИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ МАТЕРИАЛОВ	И
ИЗДЕЛИЙ	165
Дубоделова Е. В., Дубовская Л. Ю.	
ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИТА	НА
ОСНОВЕ МЯГКИХ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ	166
Дубоделова Е.В., Письменский П.И., Литвяк В.В., Соловьева Т.В.	
МОДИФИКАЦИИ КРАХМАЛОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ	В
ТЕХНОЛОГИИ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ	167
Дятлова Е.М., Какошко Е.С., Парфимович Н.И.	
ТЕРМОСТОЙКИЙ	
КЕРАМИЧЕСКИЙ КИРПИЧ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО	И
ТЕХНОГЕННОГО АЛЮМОСИЛИКАТНОГО СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	
168	
Ермоленко Н. И., Дубоделова Е. В., Максимук Ю.В., Хмызов И.А., Соловьева Т.В.	
ТОПЛИВНЫЕ ГРАНУЛЫ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД	
170	
Есько С.Е.	
ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА КАПРОЛАКТАМА	ПРИ
ИЗГОТОВЛЕНИИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ	171
Жданович И.Б., Рудаковская Т.Г., Можейко Ф.Ф., Шевчук В.В.	
ПЕРСПЕКТИВА	
ОБОГАЩЕНИЯ ВЫСОКОГЛИНИСТЫХ СИЛЬВИНИТОВЫХ РУД	
СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ФЛОТАЦИОННЫМ МЕТОДОМ	
172	
Жданук Е.Н., Крутько Э.Т., Галеева Ж.Н.	
ПОЛИАМИДНАЯ	КОМПОЗИЦИЯ
174	
Ищенко Р.В.	
ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ	ЛЕНТОЧНЫХ
КОНВЕЙЕРОВ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ	В УСЛОВИЯХ
КАЛИЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	175
Ищенко Р.В.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ	ПЕРЕМЕЩЕНИЯ И
НАГРУЗКИ НА ИЗНАШИВАНИЕ РОЛИКА	И КОНВЕЙЕРНОЙ
ЛЕНТЫ	176
Карась И.К.	
АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ДЕФОРМАЦИЮ	
КРУПНОМОДУЛЬНЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС	177
Комарь В.В., Походина Т.А., Кулинич Н.В.	
ХИМИЧЕСКАЯ	СТОЙКОСТЬ
ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОРОШКОВЫХ ЭПОКСИ-	
ПОЛИЭФИРНЫХ КРАСОК	178
Конопляник А.В.	
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВЯЗКОПЛАСТИЧНОГО	
МАТЕРИАЛА В НАПОРНОМ ШНЕКОВОМ МОДУЛЕ	
180	
Конопляник И.А.	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОРРЕКТИРОВОЧНОГО КОЭФФИЦИЕНТА	
ДИНАМИЧНОСТИ ЗАПАСА ПРОЧНОСТИ ЛЕНТЫ	И КОЭФФИЦИЕНТА
ЗАПАСА ПО ТЯГОВОМУ ФАКТОРУ	181

- Костюкевич А.В., Черная Н.В.** ВЛИЯНИЕ БИНАРНЫХ СИСТЕМ
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА
ФЛОКУЛОБРАЗОВАНИЕ В ВОЛОКНИСТЫХ СУСПЕНЗИЯХ 183
- Купреев М.П., Леонович Е.Н., Дробышевская Н.Е.** ШЛИФОВАЛЬНЫЕ ГОЛОВКИ
И КРУГИ ПОВЫШЕННОЙ СТОЙКОСТИ ИЗ ОТХОДОВ АБРАЗИВНОГО
ИНСТРУМЕНТА 184
- Кусин Р.А., Капцевич В.М., Кусин А.Р., Черняк И.Н.,
Жегздринь Д.И., Хренов О.В.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНФИГУРАЦИИ СОПЛА
ЛАВАЛЯ В ФОРСУНКАХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАСПЫЛЕННЫХ ПОРОШКОВ
186
- Левицкий И.А., Папко Л.Ф.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ
ШЛАМОВ ДЛЯ СИНТЕЗА СТЕКЛОВИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ
187
- Лукашевич А.Г., Михалычева Э.А., Трифонов А.Г.** КОМПЬЮТЕРНАЯ МЕТОДИКА
ОЦЕНКИ ВЕТРОПОТЕНЦИАЛА ПЛОЩАДКИ РАСПОЛОЖЕНИЯ
ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ГОДОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ ВЕТРОТУРБИНОЙ С УЧЕТОМ
ОСОБЕННОСТЕЙ РЕЛЬЕФА И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ
188
- Лунева Н. К., Петровская Л.И.** ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК В
СОСТАВЕ ИНТУМЕСЦЕНТНОГО АНТИПИРЕНА НА СВОЙСТВА
ИМПРЕГНИРОВАННОЙ ИМ ДРЕВЕСИНЫ 189
- Макаревич А.В., Пушнова Г.М., Сенчук Н.В., Паркалова Е.И.,
Мельгуй А.В., Паркалов С.В., Гулевич В.В.** СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ВОЛОКНА «НИТРОН» В РЕАГЕНТЫ ДЛЯ
ОГРАНИЧЕНИЯ ВОДОПРИТОКА В НЕФТЯНЫЕ СКВАЖИНЫ 191
- Макаренко М.В., Усанов С.А.** КРИОСТРУКТУРИРОВАНИЕ ГИДРОГЕЛЕЙ ДЛЯ
ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
192
- Макаренко М.В., Савич В.В., Шипица Н.А., Киселев М.Г, Павич Т.П., Жавнерко
Г.К, Усанов С.А.** МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВЫХ
ИМПЛАНТАТОВ: ТОПОГРАФИЯ И АДСОРБЦИЯ
БЕЛКОВ 194
- Мамедова Т.А., Андрюшенко Н.К., Аскерова Э.Н., Рустамов М.И.**
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ
ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ ПУТЕМ СОВМЕСТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ
НЕФТЯНОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ 195
- Матвеев К.С., Пятов В.В.** ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИЙ РЕЦИКЛИНГ КОМПОЗИЦИИ
ИЗ ОТХОДОВ ПОДОШВЕННЫХ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВ ШНЕКОВОЙ
ЭКСТРУЗИЕЙ 198
- Медведева О.Н.** РАЗРАБОТКА ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
ДВУХСТАДИЙНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ
200

Михайлов М.И., Карпов А.А. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ АБРАЗИВОСОДЕРЖАЩИХ
НАПОЛНИТЕЛЕЙ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ
ЭПОКСИПОЛИЭФИРНЫХ СМОЛ НА ЕГО ДЕМПФИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА
201

Михайлов М.И., Шевченко В.А., Левин И.А. ИЗНОСОСТОЙКИЕ
КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОКРЫТИЙ
НАПРАВЛЯЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ СТАНКОВ, ПРИСПОСОБЛЕНИЙ
И ИНСТРУМЕНТОВ 202

Можейко Ф.Ф., Гончарик И.И., Поткина Т.Н., Войтенко А.И. ИЗУЧЕНИЕ
УСТОЙЧИВОСТИ И СТРУКТУРНО- РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
СУСПЕНДИРОВАННЫХ ЖИДКИХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА ОСНОВЕ АКТИВИРОВАННОЙ ФОСФОРИТНОЙ МУКИ
204

Насыбулин А.Х., Кухарев А.В., Звонарев Е.В., Стефанович
А.А. СИНТЕЗ ПОРОШКА ФЕРРИТА СТРОНЦИЯ ИЗ ОТХОДОВ
ТРУБНОГО ПРОИЗВОДСТВА 205

Новаш Л.В., Андрижиевский А.А., Капустин Н.Ф. ПЕРВЫЙ ОПЫТ
ЭКСПЛУАТАЦИИ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК В
РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ 208

Новик И.Г., Сечко А.Э. РЕЦИКЛИНГ КАБЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИОГЕННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ 209

Обухов В.Е., Шпак Е.П. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВАКУУМНОЙ
МИКРОЛИТОГРАФИИ КАК ПУТЬ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ ПРИ
РАЗРАБОТКЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 210

Опекунов В.В., Тыртыгин В.Н., Иванов В.В. ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТАЯ
ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ КАОЛИНА ОТ КРАСЯЩИХ ПРИМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ
МЕТОДА ВЫСОКОГРАДИЕНТНОЙ МАГНИТНОЙ СЕПАРАЦИИ
212

Письменский П.И., Дубоделова Е.В, Хмызов И.А., Соловьева
Т.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ОСИНЫ (POPULUS TREMULAE) В
ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ МАССЫ 213

Параска О.А, Карван С.А. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ХИМИКО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ 214

Пенкин А.А., Темрук В.И., Новосельская О.А., Соловьева
Т.В. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ БУМАГИ ДЛЯ ПЕЧАТИ С
МОДИФИЦИРОВАННЫМИ КАРБОНАТНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ
216

Погорелова Ю.Н., Жакова К.И. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА В РЕСПУБЛИКЕ
БЕЛАРУСЬ 218

Пугин К. Г. НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ
БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ ШЛАКОВОГО ЩЕБНЯ 219

- Реут О.П., Петюшик Е.Е., Романенков В.Е., Калиниченко А.С., Афанасьева Н.А., Петюшик Т.Е.** ПОРИСТАЯ НАНОСТРУКТУРНАЯ КЕРАМИКА НА ОСНОВЕ Al_2O_3 220
- Савеня Д.Н., Плосконосов В.Н.** РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ХОЛОДНЫХ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ НАПРЯГАЮЩЕГО ЦЕМЕНТА 222
- Салычиц О.И., Орехова С.Е.** ТЕРМОСТОЙКИЕ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ НА ОСНОВЕ СИСТЕМ $MgO(MnO, FeO, ZnO)-Al_2O_3-SiO_2$ 223
- Свиридёнков И.А., Пирогова Л.А., Хованская Г.Н.** СОХРАНЕНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО РЕСУРСА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ОРТЕЗОВ ИЗ ТЕРМОПЛАСТОВ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ИНФАРКТА МОЗГА 225
- Севрук П.Н.** АВТОМАТИЗАЦИЯ ГОРНЫХ РАБОТ НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ БЕСПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ 226
- Сидорович Т.В., Коляго Н.В., Зновец П.К., Байков В.И.** ПУЛЬСАЦИОННЫЙ РЕЖИМ ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ КАК СРЕДСТВО ИНТЕНСИФИКАЦИИ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА 227
- Скрипник В.П., Романькова Т.В., Опекунов В.В.** ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ 228
- Станкевич Ю.А., Степанов К.Л., Станчиц Л.К.** КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ ЗАГРУЗОЧНОГО ТИПА 229
- Сташевский Е.В., Филипович С.М.** ТОРФЯНЫЕ ПОЖАРЫ И ИХ ЛИКВИДАЦИЯ 231
- Танаева С.А., Евсеева Л.Е., Хилько М.В.** ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ 232
- Тарасенко В.С., Сташевский Е.В., Филипович С.М.** ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ НЕКОНДИЦИОННОГО ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ЕГО В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ 233
- Терещенко И.М., Кравчук А.П., Попов Р.Ю., Карпович Е.В.** РАЗРАБОТКА НОВЫХ СОСТАВОВ МЕДИЦИНСКИХ СТЕКОЛ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕЛКОРАЗМЕРНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ТАРЫ 235
- Толкачева Н.В., Воропаев Д.А., Булко Н.И., Шабалева М.А., Козлов А.К.** ЛЕСОСЕЧНЫЕ ОТХОДЫ КАК ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ РЕСУРС И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ 236

**Троцкая Т.П., Голубец И.Е., Богдан М.В., Мионов А.М.,
Литвинчук А.А., Сороко О.Л.** НОВЫЕ СИСТЕМЫ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ
ЕМКОСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ МЕТОДОМ ОЗОНИРОВАНИЯ
238

Черник А.А., Курило И.И., Жарский И.М. ПРИМЕНЕНИЕ
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ
И СВЕРХТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ
ОТРАБОТАННОГО АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА 239

**Шабловский В.О., Тучковская А.В., Рухля В.А., Пап О.Г., Ивашина
О.В.** РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫДЕЛЕНИЯ ТОВАРНЫХ
ПРОДУКТОВ Ca И Mg ИЗ ОБОРОТНЫХ ЩЕЛОКОВ ОАО «БЕЛАРУСЬКАЛІЙ»
241

**Шабловский В.О., Тучковская А.В., Волков Н.В., Рухля В.А.,
Пап О.Г., Ивашина О.В.** ДЕЗИНФЕКТАНТ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ –
«НАВИСАН-1» 242

**Шабловский В.О., Тучковская А.В., Ивашина О.В., Рухля
В.А., Пап О.Г.** ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОЛУЧЕНИЯ
АНТИКОРРОЗИОННЫХ ФОСФАТНЫХ ПИГМЕНТОВ ПО БЕЗОТХОДНОЙ
ТЕХНОЛОГИИ НА ОСНОВЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО СЫРЬЯ
244

Шабуня С.И., Мартыненко В.В., Гринчук П.С. ВЫБОР МОЩНОСТИ
ГОРЕЛОК И АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ГАЗОУДАЛЕНИЯ ДЛЯ
МИНИМИЗАЦИИ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ЗАГРУЗОЧНЫХ ПЕЧЕЙ
245

**Шабуня С.И., Мартыненко В.В., Ядревская Н.Л.,
Якимович А.Д.** СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС
ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ И
ОПТИМИЗАЦИИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ
246

**Шاپовалов В.М., Тимошенко А.А., Таврогинская М.Г., Валенков
А.М., Чуб А.В.** РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ
КОРПУСОВ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ
248

Шашура Л.И. МНОГОСЛОЙНЫЙ ПОЛИМЕРНЫЙ MELT-BLOWN МАТЕРИАЛ ДЛЯ
УДАРОЗАЩИТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ
249

**Широков С.Г., Лисай Н.К., Мысливец Г.В., Леонов Ф.Н.,
Мысливец Д.Г.** ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЙ
ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ

ОТЕЧЕСТВЕННОГО КОМПЛЕКСНОГО УДОБРЕНИЯ С
МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ ДЛЯ
КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ СЕМЯН И НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР 251

Шломина Л.Ф., Дихтневская Л.В., Маркин А.Д., Шевчук В.В.
НОВЫЙ РЕАГЕНТ-СОБИРАТЕЛЬ ДЛЯ ШЛАМОВОЙ ФЛОТАЦИИ КАЛИЙНОЙ
РУДЫ 253

Щерба В.Я., Конопляник А.В. ВЛИЯНИЕ АДСОРБЦИОННОЙ МОДИФИКАЦИИ
МИНЕРАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
КОМПОЗИТОВ 254

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научное издание

**ЭНЕРГО- И МАТЕРИАЛОСБЕРЕГАЮЩИЕ
ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

Тезисы докладов VIII международной
научно-технической конференции

29-30 октября 2009 г.
Гродно

Ответственный за выпуск И.Г. Новик
Компьютерный набор, вёрстка,
дизайн обложки: И.Г. Новик

Сдано в набор Подписано в печать
Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Печать RISO. Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. Уч.-изд.л. Тираж экз. Заказ

Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени
Янки Купалы».

ЛИ № 02330/0133257 от 30.04.2004. Ул. , Гродно.

Отпечатано на технике издательского центра Учреждения образования
«Гродненский государственный университет имени Янки Купалы».
ЛИ № 02330/0133257 от 30.04.2004. Ул. , Гродно.