

Национальная академия наук Беларуси
Комитет по науке при Совете Министров РБ
Комитет по энергоэффективности при Совете Министров РБ
Белорусский фонд фундаментальных исследований
Научно-исследовательский центр
проблем ресурсосбережения НАН Беларуси
Институт проблем энергетики НАН Беларуси
Научно-исследовательский институт порошковой металлургии
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы
Гродненское областное отделение
общественного объединения "БИТА"



Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии

Тезисы докладов 5-й Международной
научно-технической конференции

25-26 июня 2002г.
Гродно
Республика Беларусь

Гродно 2002

УДК 504.064.43:691.33:699.86
ББК 22.0
Р43



Редакционная коллегия: А.И.Свириденко (ответ. редактор),
А.А. Михалевич,
М.И.Игнатовский.

Научные редакторы: А.И. Свириденко, А.А. Михалевич.

Энерго- и материалосберегающие экологически
Р43 чистые технологии: Тез. докл. 5-й Междун. науч.-техн.
конф.: Под ред. А.И. Свириденко, А.А. Михалевича.
– Гродно: ГрГУ, 2002. –176 с.

ISBN 985-417-313-5
ISBN 985-417-312-7

Материалы 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.

УДК 504.064.43:691.33:699.86
ББК 22.0

© Научно-исследовательский
центр проблем ресурсосбережения
НАН Беларуси, 2002

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

А.И. Свириденок

Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения
НАН Беларуси, г. Гродно

ИННОВАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

Оптимизация ресурсопотребления становится с каждым годом все более насущной и острой экономической и социальной проблемой мирового масштаба, вследствие продолжающегося истощения природных ресурсов и деградации окружающей среды, усиливающейся разницы глобального ресурсопотребления между богатыми и бедными странами и людьми.

Экономика Республики Беларусь все в большей степени ощущает с одной стороны – влияние процессов мировой глобализации, с другой – недостаток инвестиционных средств для технологического обновления производства и существенного повышения конкурентоспособности производимой продукции.

Важнейшим направлением в решении этой проблемы является оптимизация ресурсопотребления за счёт ресурсосбережения. Этим путем уже три-четыре десятилетия идут большинство высокоразвитых стран мира. Например:

- «вес» 1 доллара американского экспорта уменьшился более, чем наполовину по сравнению с 1970 г.;
- Япония с 1965 по 1985 г.г. увеличила свое промышленное производство в 2,5 раза, не увеличивая потребления энергии;
- в ФРГ с 1960 по 1999 г.г. ВВП страны увеличился почти в 2 раза при ежегодном снижении ресурсоемкости на 1,2-1,5%.

Основу активного ресурсосбережения составляют современные инновации тактического (модернизация технологий, рециклинг) и стратегического (дематериализация и повышение наукоемкости производства) уровней. Поэтому в экономической оценке современного производства все чаще используется такой показатель, как удельная наукоемкость продукта — отношение цены к массе готового изделия. По этому показателю стоимость 1 кг наиболее характерных видов техники составляет:

- грузового судна – 1 доллар США;
- стандартного автомобиля – 5;
- станка-автомата – 45;
- персонального компьютера – 160;
- суперкомпьютера – 1700;
- реактивного истребителя – 2500;
- спутника – 20000 долларов США.

Для нашей республики такая политика означает повышение статуса выпускаемой и предлагаемой на экспорт продукции (V-VI технологические уклады) и настойчивое снижение всех видов ресурсных затрат.

Л.А. Дубовик, С.В. Черноусов

Комитет по энергоэффективности при Совете Министров Республики Беларусь, Аппарат Совета Министров Республики Беларусь, г. Минск

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

Известно, что первичные энергетические ресурсы (нефть, газ, вода и др.) являются составной частью материальных ресурсов на Земле. И поэтому, можно сказать, что ресурсосбережение – это деятельность по энергоэффективному использованию всех видов ресурсов экономически оправданными, прогрессивными способами при существующем уровне развития техники и технологий в рамках действующего законодательства.

И не случайно в Прогнозе социально-экономического развития Республики Беларусь на 2001–2005 годы, утвержденном Президентом и Правительством Республики Беларусь, такие показатели как энергоемкость и материалоемкость ВВП стоят рядом. В 2002 году поставлена задача обеспечить снижение энергоемкости ВВП на 4,2–5,2 процента и материалоемкости валового выпуска на 1,4–1,7 процентов.

По данным 2000 года лишь 51 процент потребленных топливно-энергетических ресурсов использован на преобразование в другие виды энергии, остальные 49 процентов расходованы на производственно-технологические и прочие нужды (включая потери). В качестве сырья на производство химической, нефтехимической и другой нетопливной продукции израсходовано около 3,5 млн. тонн первичного топлива в условном исчислении. Коэффициент использования этого сырья во многих случаях не превышает 30 процентов.

Как правило, использование топлива в качестве сырья сопровождается получением в технологических процессах большого количества горючих отходов производства. Особенно это характерно для предприятий нефтехимического комплекса, деревообрабатывающей промышленности. И задача стоит максимально их использовать.

В то же время многие ресурсосберегающие мероприятия и технологии сопровождаются значительным энергосберегающим эффектом. Так обстоит дело, например, при замене мокрого способа получения цементного клинкера на сухой в процессе производстве цемента.

Таким образом, ресурсосбережение и энергосбережение взаимосвязаны и их результатом должно быть обеспечение максимальной эффективности использования материальных и сырьевых ресурсов.

А.Ф. Ильющенко, Л.П. Пилинович

Институт порошковой металлургии НАН Беларуси, г. Минск

**СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАБОТ В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ, МАТЕРИАЛОВ И
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ПОРИСТЫХ
ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

В докладе рассматриваются вопросы создания новых материалов, устройств и технологий на основе пористых проницаемых материалов для различных отраслей народного хозяйства.

Практически в любой отрасли современной промышленности применяются те или иные материалы и изделия, полученные методом порошковой металлургии. Важнейшее направление порошковой металлургии в ИПМ - разработка и производство пористых проницаемых металлических, керамических, и сетчатых материалов и изделий из них для очистки гидравлических жидкостей, и масел, технической и питьевой воды, дизельного топлива, сжатого воздуха и т.д. В рамках ГНТП "Ресурсосбережение" реализован ряд оригинальных научно-технических разработок, которые приносят народному хозяйству значительный экономический эффект. Диспергаторы на основе пористого титана заменили пористые керамические трубы AEROLIT фирмы Schumacher (Германия), что позволило уменьшить на 14-17% подачу озонозвоздушной смеси при сохранении параметров очистки питьевой воды. Разработаны новые фильтрующие материалы и устройства для очистки и регенерации смазочно-охлаждающих жидкостей, омывающих растворов, закалочных и моторных масел, которые позволяют снизить потребление дорогостоящих импортируемых из-за рубежа эмульгаторов, противозадирных и противоизносных присадок, ингибиторов коррозии. Внедрение данных разработок дает не только ресурсосберегающий эффект, но позволит также повысить эффективность работы промышленных и коммунальных очистных сооружений, что благоприятно скажется на экологической обстановке и внесет вклад в защиту окружающей среды.

В докладе приводятся также конкретные примеры новых ресурсо- и энергосберегающих технологий получения высокоэффективные пористых проницаемых материалов.

Е.И. Марукович

ГНУ «Институт технологии металлов НАН Беларуси», г. Могилев

**РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СПОСОБЫ
НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ**

Проблема улучшения качества литых деталей, уменьшения их материалоемкости особенно актуальна при получении их из вторичных материалов. С момента попадания расплава в форму процесс затвердевания отливки определяется в основном отводом теплоты с её поверхности. При этом как в отливке, так и в форме могут происходить сложнейшие физико-химические превращения, но кинетика отвода теплоты определяет весь ход течения процесса. В конечном итоге создание оптимальных тепловых условий обеспечивает получение изделий высокого качества.

Эта идея наиболее эффективно воплотилась в разработке методов непрерывного литья для получения заготовок из черных и цветных сплавов во вращающиеся и неподвижные кристаллизаторы, с вертикальной, наклонной, и горизонтальной технологической осью. Основная специфическая особенность всех этих процессов состоит в том, что охлаждаемая форма - кристаллизатор тем или иным образом соединена с ёмкостью расплава. Затвердевающий на поверхности кристаллизатора металл извлекается из него непрерывно по специальному режиму.

Разработаны и освоены в производстве технологические процессы и оборудование непрерывного горизонтального литья для получения заготовок простой и сложной конфигурации, максимально приближающиеся к готовой детали из чугуна и цветных сплавов для станко-, авто-, тракторо- и судостроения; непрерывного литья электродной ленты из хлорида меди толщиной 0,4-0,9 мм и аккумуляторной решетки.

Создан новый метод получения чугунных отливок для поршневых колец, седел клапанов и гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания; колец уплотнительных для турбокомпрессоров и трансмиссий тракторов; износостойких вставок для пуансонов, применяемых при производстве пустотного силикатного кирпича; фильтр для правки арматурной проволоки и др.

Все разработанные технологические процессы непрерывного литья - экологически чистые ресурсо- и энергосберегающие. Они предусматривают комплексную переработку отходов, получающихся в процессе литья и при механической обработке отливок.

¹А. Лугаускас, ^{1,2}Б. Яскелявичюс

¹Лаборатория исследования биодеструкторов Института ботаники,
г. Вильнюс

²Вильнюсский университет им. Гедиминаса, г. Вильнюс

**ВЛИЯНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ НА СТОЙКОСТЬ
ТЕХНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В РАЗНЫХ
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

В естественных условиях на материалы одновременно действует целый комплекс климатических, микробиологических, техногенных и других факторов. Наиболее сильное микробиологическое повреждение полимерных материалов обычно отмечается там, где благоприятные условия для роста и развития микроорганизмов. По оценке специалистов от старения и микробиологического повреждения ежегодно становятся непригодными для эксплуатации до 30% изготовленных полимерных материалов.

Чувствительность материалов к микробиологическому поражению во многом зависит от структурных особенностей материалов. Гомогенные материалы, состоящие из высокомолекулярных компонентов, являются наиболее стойкими. Стойкость ухудшается при наличии в составе материала низкомолекулярных веществ: пластификаторов, наполнителей, низкомолекулярных фракций того же полимера. Гетерогенные материалы, образованные из эмульсии или если в их состав входят несмешивающиеся с полимером вещества, являются малостойкими.

У наполненных и пигментированных материалов из-за разной упругости и химической стойкости адгезионная связь между отдельными фазами может быть нарушена. В таких местах отмечается повышенное заселение микроорганизмами, так как в этих точках в материал проникает влага. Поверхностное натяжение или смачиваемость поверхности и его влагостойкость являются существенными показателями стойкости материала к микробиологическому воздействию. Некоторые полимеры способны сорбировать влагу из атмосферного воздуха. Это является одной из причин их низкой стойкости к воздействию микроорганизмов. Поражение гидрофобных материалов увеличивается после действия на них других факторов окружающей среды. Микробиологическая стойкость материалов должна оцениваться совместно с действием других агрессивных факторов окружающей среды, также как и при оценке стойкости к атмосферным и другим факторам обязательно должно учитываться воздействие микроорганизмов. Интенсивность микробиологической коррозии зависит от разнообразия микроорганизмов, населяющих материалы, их биологических особенностей и способности продуцировать метаболиты, определяющие агрессивность микроорганизмов по отношению к определенному материалу.

НЕТРАДИЦИОННАЯ ЭНЕРГЕТИКА

С.В.Черноусов

Главное управление топливно-энергетического комплекса
Аппарат Совета Министров РБ, г. Минск

МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТОПЛИВНО- ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ДО 2020 ГОДА*

В течение 2000–2020 годов мировой спрос на первичные энергоносители увеличится в целом на 50 % при среднегодовом темпе роста 2,5 %. Энергоемкость реального валового внутреннего продукта в этот период будет сокращаться ежегодно на 1,1 %, т.е. этот показатель практически сохранится на уровне, отмечавшемся с 1971 года.

Нефть останется главным видом топлива в общем энергопотреблении в 2020 году при среднегодовом темпе роста в 1,9 % и практически сохранит свою долю на нынешнем уровне (40 %). Мировой спрос на нефть к 2020 году увеличится примерно до с 75 млн. до 115 млн. баррелей в сутки.

Природный газ по темпам прироста займет второе место после гидроэнергии. Спрос на него будет увеличиваться на 2,7 % в год. К 2020 году доля этого энергоносителя в общемировом энергопотреблении повысится с 22 до 26 %. Рост использования газа будет происходить в основном за счет сокращения темпов потребления атомной энергии и угля. По объему потребления газ опередит уголь после 2010 года. Основную долю в приросте спроса на газ составят новые электростанции, использующие новейшие газотурбинные технологии.

На уголь мировой спрос будет расти более низкими темпами, чем общее потребление первичных энергоносителей, или в среднем на 1,7 % в год. В результате доля этого вида топлива к 2020 году понизится с 26 до 24 %.

Производство электроэнергии на АЭС достигнет пика примерно к 2010 году, а к 2020 году несколько сократится. Мировое потребление гидроэнергии возрастет к 2020 году более чем на 50 %. Тем не менее, доля ГЭС в общем потреблении первичных энергоносителей в мире незначительно сократится.

Использование других возобновляемых источников энергии (геотермальная, солнечная, ветровая, энергия биомассы и отходов и др.) будет расти наиболее высокими темпами (в среднем на 2,8 % в год), однако их удельный вес в глобальном энергопотреблении к 2020 году повысится с 2 до 3%.

В связи с ростом мирового энергопотребления увеличится эмиссия CO₂ на 60 %.

**по результатам исследований Международного энергетического агентства*

¹А. П. Якушев, ²С. В. Черноусов

¹Институт проблем энергетике НАН Беларуси,

²Аппарат Совета Министров Республики Беларусь, г. Минск

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ

Общепринято считать, что основным макроэкономическим критерием эффективности энергосберегающих мероприятий является энергоёмкость валового внутреннего продукта (ВВП). Тем не менее, использование этого параметра должно сопровождаться четким пониманием границ его применения. Проблема заключается в том, что низкий уровень значений энергоёмкости ВВП не связан напрямую с уровнем экономического развития. В мире известны страны, для которых энергоёмкость ВВП вообще равна нулю, и их едва ли можно отнести к странам с высоким уровнем экономического развития.

Поэтому в докладе предлагается рассмотрение более широкого круга параметров, связанных с макроэкономическими показателями. Как результат, для оценки эффективности проводимой энергосберегающей политики рассматривается комплекс параметров, который более объективно характеризует положение дел в этой сфере.

В докладе также рассматриваются возможные критерии оценки экономической эффективности как отдельных энергосберегающих мероприятий, так групп мероприятий, в том числе в виде программ.

УДК 601.18; 004.18; 631.25; 631.371

¹А.П. Скиба, ²В.И. Русан, ²С.С. Ходыко

¹ОАО “Новоельнянский межрайагроснаб”, г.п. Новоельня Гродненской обл.

²РУП “БелНИИагроэнерго”, г. Минск

О НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ И РЕАЛИЗАЦИИ ГНТП ПО КУЛЬТИВИРОВАНИЮ И ПОЛНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ РАПСА

Особенно актуальным является использование возобновляемых источников энергии, одним из которых является рапс.

Проведенные поисковые исследования подтверждают:

- возможность увеличения в 2...3 раза производство рапса и производства дизельного топлива с использованием рапсового масла по ценам, близким к государственным. Проведенными испытаниями на ГУ “БелМИС” установлено, что физико-химические свойства дизельного топлива, модифицированного рапсовым маслом, не ухудшили мощностные и топливно-экономические показатели работы двигателя по сравнению с работой на серийном дизельном топливе и снизили на 9,5% показатели

дымности отработанных газов. Количество аккумулированной энергии, в пересчете на МДж/т составляет: в биодизельном топливе - 37700, в выжимках – 36428, в глицероле – 1660 и рапсовой соломе – 88220. Таким образом, общее количество получаемой энергии составляет 164008 МДж/т, т.е. коэффициент конверсии энергии равен 5,2;

- что при производстве рапсового масла остаются отходы в виде стеблей, листьев и корней рапса, которые являются исходным сырьем для получения твердого топлива, а в составе выжимок из семян содержится протеин, клетчатка и жир, которые являются близкими по содержанию компонентами импортируемого премикса. Доработка выжимок позволит обеспечить импортозамещение за счет производства отечественных премиксов или других ценных кормовых добавок. Кроме того, имеются компоненты, пригодные для парфюмерной и химической промышленности.

Вышеизложенное доказывает целесообразность разработки и реализации ГНТП по культивированию и полной переработке рапса. Результаты имеют не только технико-экономическое значение за счет энергосбережения, импортозамещения и возможности экспорта, но и большое социальное значение за счет снижения экологической нагрузки на окружающую среду, увеличения рабочих мест в народном хозяйстве и платежеспособности.

УДК 004.18; 631.25; 631.371

¹А.П. Скиба, ²С.С. Ходыко, ³В.В. Кузьмич, ²С.Г. Терешкова

¹ОАО “Новоельнянский межрайагроснаб”, г.п. Новоельня Гродненской обл.

²РУП “БелНИИагроэнерго”, г. Минск

О МОДИФИЦИРОВАННОМ ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ

Одной из основных проблем в АПК является обеспечение сельхозпроизводителей топливом в посевной и уборочный периоды. Это, в основном, дизельное топливо, получаемое из углеводородного топлива, импорт которого составляет более 85%. При сложившемся уровне добычи нефти и разведанными запасами промышленных категорий продолжительность добычи в Республике Беларусь составит около 30 лет. В промышленно развитых странах обеспеченность еще ниже. Этим вызвана необходимость поиска альтернативных источников энергии, в т.ч. и использование рапсового масла для получения биодизельного топлива как наиболее исследованного и получившего положительные результаты.

На базе ОАО “Новоельнянский межрайагроснаб” проводятся исследования и разрабатывается технология получения модифицированного дизельного топлива прессовым рапсовым маслом с добавками продуктов переработки углеводородного сырья в определенных соотношениях. Технология предельно проста, дешева и не требует специализированного дорогостоящего

оборудования. При использовании модифицированного дизтоплива не увеличивается его расход по сравнению с серийным дизтопливом. Проведенные испытания на ГУ «БелМИС» в 2001 году установили, что увеличение расхода модифицированного топлива по сравнению с дизельным не наблюдается, но снижается на 9,5% показатель дымности отработанных газов дизельного двигателя при работе, а это значит, что снижаются выбросы в атмосферу оксидов углерода, диоксида азота, сернистого ангидрида и других вредных примесей, содержащихся в серийном топливе, которые раздражающе действуют на слизистую оболочку и дыхательные пути, являются ядом для многих растений и деревьев, особенно фруктовых и хвойных, ускоряют коррозию металла и разрушают камень. Поэтому проблема использования возобновляемых источников энергии имеет в настоящее время не только технико-экономическое, но и большое социальное значение.

Т.К. Королик, Ю.В. Снопко

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

ГЕЛИОВОДОНАГРЕВАТЕЛЬ

Эффективное использование солнечной энергии - один из основных неисчерпаемых энергетических источников. Уже в настоящее время для некоторых стран, в том числе и Беларуси, поиск альтернативных источников энергии становится весьма актуальным.

В БелГУТе и ОДО «Ресурс - НПФ» ведутся научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки устройств и систем по преобразованию лучистой энергии солнца в тепловую. Одним из примеров является гелиоводонагреватель с совмещенным баком-аккумулятором типа «ГЕЛИКОР-010», конструкция которого защищена патентом Республики Беларусь (BY2423 C1). Гелиоводонагреватель содержит теплоизолирующую прозрачную оболочку, внутри которой установлен бак-аккумулятор с дополнительным внутренним резервуаром, выполненным из не корродирующего морозоустойчивого материала. Резервуар установлен с образованием между ними полости для теплоносителя или воздуха. На внутренней стороне крышки бака-аккумулятора установлены теплоподводящие элементы, выполненные в виде цилиндра и усеченного конуса, концентрично установленного внутри цилиндра с образованием между ними герметичной полости, заполненной летучей жидкостью. При площади гелиопоглощающей поверхности 1 м², емкости бака - 200 л, расчетная температура воды - 55°C, максимальная - 80°C, теплотери в темное время суток - не более 5°C. Гелиоводонагреватель может использоваться при нагреве воды для бытовых и производственных нужд. Серийный выпуск бытовых гелиоводонагревателей осваивает ОДО «Ресурс - НПФ», г. Гомель.

Н.Н. Битюков

Институт проблем использования природных ресурсов и экологии НАН
Беларуси, г. Минск

ПОЛУЧЕНИЕ ТОПЛИВНЫХ ДИСПЕРСИЙ НА ОСНОВЕ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ТОРФА

Дефицит топливно-энергетических ресурсов и технико-экономические предпосылки делают целесообразным создание жидких композиционных топлив с использованием местных сырьевых ресурсов: торф, уголь, лигнин и мазут, отработанных масел. Такие композиционные топлива могут быть использованы на существующих технологических линиях в огнетехнических установках, где применяются жидкие энергоносители.

Разработаны составы жидких композиционных топлив на основе углеводородного сырья (отработанные масла, мазут) и торфа. Варьируя концентрацией, дисперсностью, влажностью, рН торфа, подобраны составы дисперсий с необходимыми значениями реологических характеристик и стабильности. Улучшить структурообразование и стабильность дисперсий позволяют добавки химических реагентов, температурные воздействия. Содержание торфа в дисперсии может достигать 60%.

Введение в композиционные углеводородные дисперсии воды повышает их стабильность вследствие эмульгирующего действия на торфяную фазу. При этом частицы торфа набухают, повышая вязкостные характеристики дисперсии. Таким образом становится возможным получать тяжелые топливные композиции на углеводородной основе типа мазута.

Получение топливных дисперсий на основе углеводородного сырья и твердых горючих ископаемых (уголь, торф) актуально для РБ, так как позволяет в определенной мере улучшить энергообеспеченность жидким топливом, используя местные сырьевые ресурсы. Анализ показывает, что при введении в мазут 30-50% торфа стоимость 1 Мдж энергии снижается на 20-35%.

В связи с тем, что новое топливо является композиционным, имеется возможность введения в его состав в качестве добавок в жидкой или твердой фазе веществ-отходов производства, нуждающихся в утилизации. Естественно, что это должны быть вещества, полностью разрушающиеся при сгорании, а продукты разрушения должны удаляться в виде газовой фазы или входить в состав агломерированных частиц. Таким образом, огнетехнические установки, работающие на предлагаемых дисперсиях можно рассматривать не только как энергетические объекты, но и как утилизаторы отходов различных производств.

**А.П. Гаврильчик, Т.А. Пискунова, С.Т. Мульган, Н.В. Шевченко,
Л.П. Калилец**

Институт проблем использования природных ресурсов и экологии
НАН Беларуси, г. Минск

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫБЫВШИХ ИЗ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТОРФА

Постепенное истощение традиционных топливно-сырьевых ресурсов (нефть, газ, уголь, торф и др.) серьезно обострило проблему их замены альтернативным сырьем. И если вопросы энергетики можно решать за счет использования ядерной и других видов энергий, то альтернативой сырьевым ресурсам для перерабатывающих отраслей может быть только возобновляемое сырье в виде биомассы растений.

В Беларуси имеется более 290 тыс. га выбывших из промышленной разработки торфяных месторождений, большинство из которых не используется и превратилось в бросовые земли. Из-за несовершенства применявшихся технологий здесь оставлено более 400 млн т торфа, запасы которого должны быть извлечены, а выработанные площади использованы для продуцирования биомассы растений как сырья для последующей переработки. По нашим исследованиям такие площади могут продуцировать до 20-25 т/га фитомассы.

В условиях нашей республики, вопросы рационального использования торфа и выработанных площадей, являются чрезвычайно актуальными. Причем, важнейшими являются вопросы ресурсосберегающих технологий добычи торфа, а также выращивания на выработанных площадях фитомассы растений и ее использования. Для решения этих вопросов ИПИПРЭ НАН Беларуси совместно с концерном «Белтопгаз» разрабатывает технологию производства на основе торфа и выращенной биомассы торфо-фитомассового композиционного топлива. Решение этих вопросов позволит не только рационально использовать выбывшие из промышленной разработки торфяные месторождения, но и выпускать на действующих торфопредприятиях республики ежегодно более 300 тыс. т топлива в окускованном виде, чем значительно снизится острота проблемы обеспечения населения бытовым топливом, а также трудоустройство работников затухающих торфобрикетных заводов.

А.А. Терентьев, А.П. Гаврильчик, Н.К. Лисай, И.С. Нашкевич

Институт проблем использования природных ресурсов и экологии
НАН Беларуси, г. Минск

КУП “Сельхозхимия”, г. Мосты, Гродненская обл.

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ЭКОЛОГОБЕЗОПАСНЫЕ И
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ ТОРФЯНОГО
КУСКОВОГО КОМПОЗИЦИОННОГО ТОПЛИВА**

Вопросы ресурсосбережения при получении топлива заключаются в вовлечении в использование торфа, оставленного на выбывших из эксплуатации площадях, и дисперсных горючих отходов (отходы деревообработки и растениеводческой продукции). Технология предусматривает выемку торфа на всю глубину, что позволяет повысить коэффициент извлечения до 0,8-0,85. Дополнительная экономия торфа достигается приготовлением формовочных топливных смесей с горючими дисперсными отходами.

Экологическая чистота технологии заключается в снижении выбросов в окружающую среду продуктов разложения торфа и использовании отходов, которые напрямую не годятся для сжигания в бытовых печах. Выемка торфа экскаватором позволяет осуществлять работы без нарушения гидрологического режима прилегающих территорий. После отработки месторождение передается под повторное заболачивание, чем восстанавливаются биосферные функции болота. Опыт работы показывает, что через 3 года после выработки месторождения или его части на водном пространстве образовавшегося карьера появляется болотная растительность и рыба, заселяются водоплавающие птицы.

Сушка кускового топлива ведется в естественных условиях на суходольных площадках. Влажность продукции составляет менее 33%, а теплота сгорания 12-13,5 МДж/кг. Использование естественной сушки позволяет получить более дешевое, по сравнению с брикетами, кускованное топливо. По данным “Сельхозхимии” г. Мосты в современных ценах стоимость 1 т композиционного топлива равна 17000 руб., а стоимость 1 т брикетов – 36000 руб. При низшей рабочей теплоте сгорания композиционного топлива 13 МДж/кг и брикета 18,2 МДж/кг стоимость МДж тепла соответственно равна 1,35 руб. и 2,0 руб. Т.е. затраты на получение тепловой энергии за счет брикетов в 1,5 раза выше.

Таким образом, по ресурсосберегающим и экологическим соображениям производство кускового композиционного топлива целесообразно.

Н.С. Конева, А.В. Панков

Институт тепло- и массообмена им.А.В. Лыкова НАН Беларуси, г. Минск

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПАРОКОМПРЕССИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Использование накопленного инженерного опыта в области исследований свойств теплоносителей, позволяет проектировать и моделировать системы трансформаторов тепла или компрессоров.

В вычислениях использованы общие уравнения, а также собственные методы моделирования, чтобы получить уравнения наиболее подходящие для программирования процессов в системе. Несмотря на то, что были использованы данные из таблиц теплоносителей, изданных изготовителями, при использовании других методов расчета возможно получение более высокой точности по сравнению с результатами применения разработанной программы.

Фактически любая жидкость может использоваться в качестве теплоносителя для теплового насоса, однако некоторые вещества и их смеси могут лучше и эффективнее чем другие использоваться для обеспечения теплопередачи. Проведен сравнительный анализ свойств теплоносителей и их смесей а также численных расчет энергетических характеристик термодинамических циклов теплового насоса с использованием в качестве теплоносителя исследованных жидкостей.

Проведена серия испытаний с использованием данных по различным теплоносителям для одноступенчатого цикла парокомпрессионной теплонасосной установки а также цикла с регенеративным теплообменом с целью определения максимальных погрешностей и неточностей.

Проведены серия расчетов и оптимизация отдельных тепловых элементов теплового насоса: конденсатора, испарителя, перегревателя, с целью минимизации конструктивных параметров, предварительный цикл работ для серийной реализации теплообменников типа жидкость – газ, жидкость – жидкость.

По результатам расчета создан опытный образец теплового насоса, экспериментальная проверка которого показала удовлетворительное согласование предложенной модели расчета.

Результаты расчетов объединены в электронные таблицы, получены серии графиков а также данные и рекомендации по использованию теплообменного оборудования и выбору насоса для системы.

Созданы несколько вариантов тепловых насосов типа воздух-воздух, воздух-вода, вода-воздух, исследование которых позволило получить коэффициенты трансформации тепловой энергии от 2,5 до 4,5.

Р.Н. Меленчук

РУП БелНИИагроэнерго, г. Минск

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ВОДНОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ

Освоение гидроэнергетического потенциала получило существенное развитие за счёт строительства малых ГЭС. Предлагается решение задачи повышения эффективности выработки электроэнергии установкой на основе прямого преобразования энергии воды в электрическую. Устройство обладает простотой конструкции, что создаёт условия для любого размещения по месту потребления энергии, не требует больших капиталовложений и специально обученного обслуживающего персонала. Главная особенность установки заключается в том, что получение электрической энергии происходит не посредством преобразования энергии воды в механическую, а потом в электрическую энергию, как в гидроэлектростанциях, а при помощи эффекта Холла (прямое преобразование). Установка не только не оказывает вредного влияния на окружающую среду, но и при желании она может быть подключена к системе полива. Устройство будет иметь широкое применение для обеспечения электроэнергией жилищ (фермерских хозяйств, дачных участков и т. д.).

Эксперименты показали большие возможности его применения и дальнейшего конструирования.

Конструкторское решение установки пригодно к осуществлению промышленным способом с использованием современных материалов и технологий.

Р.Н. Меленчук, А.А. Кившар

РУП БелНИИагроэнерго, г. Минск

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ, ИСПОЛЬЗУЮЩАЯ ПРИРОДНУЮ ВОЗОБНОВЛЯЕМУЮ ЭНЕРГИЮ

Разработана электрическая станция, использующая природную возобновляемую энергию: ветер, дождь, солнце, биомассу и др. Устройство будет иметь широкое применение для обеспечения электроэнергией жилищ (фермерских хозяйств, дачных участков и т. д.). В зависимости от преобладания в момент эксплуатации электрической станции различных погодных условий, станция работает от соответствующего источника энергии (ветер, дождь, солнце). При отсутствии соответствующих погодных условий, станция работает за счет энергии биомассы или аккумулятора (накопителя).

В качестве одного из преобразователей может выступать устройство, в котором реализовано преобразование энергии фотонов (при наличии в окружающем пространстве светового излучения естественного или искусственного происхождения) в механическую энергию вращения с одновременным

генерированием электрической энергии на основе взаимодействия потока фотонов с магнитным полем постоянного магнита.

Другим примером преобразователя является устройство, принцип действия которого заключается в следующем: для получения в обмотке, пронизываемой изменяющимся магнитным потоком, электрического тока, создают в прокачиваемом горючим газом объеме волну горения путем его поджига разрядом. При этом создаваемый магнитный импульс создает в обмотке с ферромагнитным элементом импульс электрического тока. Горючий газ вырабатывается биореактором; тепло, выделяемое преобразователем, может использоваться для отопления, горячего водоснабжения, приготовления пищи.

**¹А.Ж. Гребеньков, ¹А.Б. Вержинская, ¹В.П. Петрушкевич,
²Г.А. Кирильчик**

¹Институт проблем энергетики НАН Беларуси, г. Минск

²Минское областное управление по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов при Комитете по энергоэффективности, г. Минск

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ
ВЫРАЩИВАНИЯ БЫСТРОРАСТУЩИХ ПОРОД ИВЫ КАК
ИСТОЧНИКА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ МЕСТНЫХ ТОПЛИВНЫХ
РЕСУРСОВ В БЕЛАРУСИ**

Располагаемый потенциал древесной массы, который может быть использован в качестве топлива для котлоагрегатов различной мощности, при планируемых масштабах лесозаготовок и лесовосстановления может составить к 2015 году около 2650 тысяч т/год. Развитие биоэнергетики может также базироваться на утилизации отходов злаковых культур и культивации быстрорастущих древесных пород на неудобьях и бросовых землях. Одним из перспективных направлений признаны плантационные посадки быстрорастущих пород ивы, для которых среднегодовой прирост биомассы превышает 25 м³/га. Различные сорта могут хорошо приживаться на типичных почвах Беларуси, при этом уход за плантациями может быть минимальным.

Целью настоящей работы является научное и практическое обоснование использования технологии выращивания и утилизации биомассы быстрорастущих посадок ивы в биоэнергетике республики. Для ее реализации в Минской области произведена закладка опытно-промышленной плантации четырех клонов высокоурожайного сорта ивы (*Salix viminalis L.*). Проект рассчитан на исследование одной полной ротации посадок на площади более 10 га. В рамках проекта исследуются как параметры роста и урожайность посадок ивы, так и свойства биомассы ивы как топлива. Также выполняются оценки необходимой инфраструктуры и технико-экономических параметров расширения проекта в масштабах Беларуси. Если в результате выполненных ра-

бот будет доказана высокая продуктивность культурных плантаций ивы, а их использование в качестве топливного ресурса окажется экономически оправданным для условий Беларуси, то в перспективе под такие посадки могут быть использованы малоценные и непродуктивные сельхозугодья общей площадью 100-200 тыс.га., что даст по предварительным оценкам более 0.8 млн.тут в год и составит дополнительный источник местного вида топлива для малых котельных в сельской местности.

В.В. Кузьмич, Л.Л. Васильев, Л.Е. Канончик, А.М. Бурак

Белорусский НИИ энергетики и электрификации агропромышленного комплекса Республики Беларусь, г. Минск

Институт тепло- и массообмена им.А.В. Лыкова НАН Беларусь, г. Минск

СНИЖЕНИЕ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОРБЦИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Проблема рационального использования топливно-энергетических ресурсов является весьма актуальной. В течении ряда лет в ведущих странах мира широко применяются ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ как системы нагрева и охлаждения, базирующиеся на парокомпрессионных циклах с использованием хладонов (фреонов).

Многообещающей альтернативой парокомпрессионным фреоновым тепловым насосам являются сорбционные тепловые насосы. Особое внимание привлекают тепловые насосы на твердых сорбентах. Снижение затрат первичной энергии происходит за счет применения низкопотенциальной энергии и ее рационального преобразования. Преимуществом данных тепловых насосов является возможность использования теплоты горения газа и утилизации тепла отходящих газов термических печей и котельных установок. Существенным является тот факт, что эффективность сорбционных систем превышает эффективность распространенных в настоящее время технологий получения тепла. Выпускаемые серийно сорбционные тепловые машины имеют эффективность 1.2. Под эффективностью подразумевается отношение полезного тепла, отведенного в цикле, к тепловому потоку, подведенному от внешнего источника и полученному за счет затраты первичной энергии (топлива). Одним из путей повышения этой характеристики является применение высокотемпературных источников тепла и использование двух/трехкаскадных циклов с различными парами сорбент/сорбат, что позволяет увеличить эффективность машин до 1.4-1.6. Комбинированные циклы позволяют поднять эффективность машины до 1.8.

В настоящее время РУП “БелНИИагроэнерго” совместно с АНК ИТМО НАНБ разрабатывается и изучается возможность внедрения сорбционных тепловых насосов для нужд обогрева, охлаждения, кондиционирования и горячего водоснабжения в тепличных хозяйствах республики.

В.В. Кузьмич, В.В. Гиль, С.Г. Терешкова
РУП “БелНИИагроэнерго” НАН Беларуси, г. Минск
ИТМО НАН Беларуси, г. Минск
ПОЛУЧЕНИЕ ЭМУЛЬСИОННОГО ТОПЛИВА

Получение и использование топливных эмульсий – одна из важных задач нашего времени, решением которой занимаются в странах ближнего и дальнего зарубежья.

В Беларуси имеются нефтеперерабатывающие и производящие спирт заводы, совместная продукция которых может послужить основой получения нового топлива – эмульсий на основе дизельного топлива и низших (этанол технический) спиртов. Технология их получения и использования позволяет вовлечь в топливный баланс Республики значительное количество низших спиртов – заменителей нефти, приводя тем самым к экономии этого дефицитного и дорогостоящего сырья. Она также отвечает экологическим требованиям, минимизируя выбросы в атмосферу сажевых остатков, оксидов углерода, азота, серы и других вредных веществ.

БелНИИагроэнерго и ИТМО НАНБ выполняют научно-исследовательские работы по получению топливных эмульсий состава “дизельное топливо – низшие спирты”, исследованию их стабильности, структурных характеристик, параметров распыла в форсунках, горения в факеле. В ИТМО НАНБ опробировано собственное устройство “Гомогенизатор – диспергатор”, работающее на принципе кавитации. Проведены работы по выбору поверхностно-активных веществ (ПАВ), которые обеспечивают стабильность эмульсий (отсутствие расслоения и седиментации) в течение, по меньшей мере, нескольких месяцев. Оценены их топливные характеристики.

Приготовление стабильных топливных эмульсий позволяет сохранять топливо в жидком состоянии в течение длительного времени и перевозить его любым видом транспорта к месту использования. Для сжигания эмульсий не требуется серьезная реконструкция топочных устройств. В то же время особого решения ждет вопрос разработки технологии эмульгирования топливных смесей, включающей в себя два самостоятельных процесса – дробление дисперсной фазы на мелкие капли и стабилизирование этих капель по мере дробления в дисперсной среде. Известен ряд способов эмульгирования, один из которых планируется применить в Республике.

Превращение смесей на основе дизельного топлива и низших спиртов в эмульсию позволяет получить новый перспективный вид топлива.

В.Н. Биш, В.С. Климов, Р.Г. Хехнев

Минский государственный высший авиационный колледж, г. Минск

СПИРАЛЬНЫЙ ВЕТРОДВИГАТЕЛЬ

В нашей стране малой и большой ветроэнергетики пока не существует. Лишь небольшая группа специалистов – энтузиастов пытается разработать оригинальные варианты надежно работающих ветроэнергетических установок (ВЭУ), которые находятся на этапе испытаний опытных образцов.

Мировая практика создания промышленных ВЭУ показывает, что наибольших успехов обычно добиваются фирмы авиационного профиля, обладающие современной экспериментальной и научно-технической базой. Лидирующее положение в этом вопросе занимает германская фирма NORDEX, которая производит традиционные лопастные ветродвигатели с горизонтальной осью вращения больших и малых мощностей. Основным показателем эффективности таких ветротурбин является коэффициент использования энергии ветра, который для лучших образцов может достигать значений $\chi = 0,46$ [1].

Разработанный и изготовленный в Минском государственном высшем авиационном колледже опытный образец ветродвигателя представляет собой цилиндрическую поверхность вращения, сформированную продольными элементами – профилированными по логарифмическому закону лопастями, а также концевыми шайбами. Внешние кромки этих профилей во взаимодействии с ветровым потоком формируют газодинамическую поверхность вращения – образующую цилиндра. Двигаясь в радиальном направлении в межлопастном пространстве, воздушный поток взаимодействует с лопастями, отдает часть своей энергии на вращение цилиндра и перемещаясь в осевом направлении по отводной трубе, охватывающей ось вращения, выходит в атмосферу через специально профилированные щели под концевыми шайбами.

Смонтированный опытный образец ветроэнергетической установки в настоящее время проходит ходовые испытания. Осуществляется доводка элементов его конструкции, наладка контрольно-измерительной аппаратуры для оценки основных параметров экспериментальной установки (определение коэффициента использования энергии ветра, коэффициента мощности).

Список литературы

1. Лаврентьев Н.А. Новое в ветроэнергетике, или давно забытое старое? Статья. Журнал “Белорусский строительный рынок” № 6, 2000 г.

¹А.К. Федотов, ¹Н.А. Дроздов, ¹А.В. Мазаник, ²А.И. Стогний

¹Белорусский государственный университет, г. Минск

²Институт физики твердого тела и полупроводников
НАН Беларуси, г. Минск

УЛУЧШЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КРЕМНИЕВЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПУТЕМ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧНОЙ ВОДОРОДНОПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ

Одной из важных задач современного полупроводникового материаловедения является получение высокоэффективных кремниевых солнечных элементов (СЭ). Нами изучалось влияние обработки ионами водорода низких энергий (50-1000 эВ, 0,1 мА/см², 25-450 °С, 5-40 мин), а также последующего облучения электронами с энергией 1 МэВ на параметры СЭ, изготовленных по стандартной технологии фирмы Сименс на пластинах кремния Чохральского р-типа с диффузионной длиной $L_D \sim 20-200$ мкм. Экспериментально измерялись как рабочие параметры СЭ (КПД, напряжение холостого хода, ток короткого замыкания), так и диффузионная длина неосновных носителей заряда L_D .

Как показали эксперименты, результаты влияния гидрогенизации в наибольшей степени зависят от энергии ионов, а также исходных параметров СЭ. При этом наибольшее увеличение КПД СЭ происходит при энергиях ионов водорода порядка 50-200 эВ. Увеличение КПД не всегда коррелирует с изменением диффузионной длины носителей, что заставляет предполагать наличие дополнительного, нежели пассивация структурных дефектов, механизма роста КПД при гидрогенизации СЭ (например, модификация рельефа поверхности либо создание дополнительного тянущего поля за счет введения термодоноров). Использование оптимальных режимов водородно-плазменной обработки позволяет добиваться относительного роста КПД на 15-20%.

Как было предположено в работе [1], гидрогенизация может способствовать уменьшению скорости генерации дефектов в кремниевых СЭ при воздействии жесткой радиации за счет накопления в них молекулярного водорода. Поэтому было исследовано влияние гидрогенизации на радиационную стойкость кремниевых СЭ, для чего последние облучались электронами с энергией 1 МэВ. Эксперименты показали существенное замедление деградации параметров (как КПД, так и L_D) предварительно гидрогенизированных образцов СЭ по сравнению с контрольными при β -облучении. В частности, при дозе облучения $3 \cdot 10^{14}$ см⁻² величина L_D носителей в гидрогенизированных образцах уменьшалась лишь в 2 раза, в то время как для контрольных она снижалась в 6-10 раз. Последнее доказывает возможность повышения радиационной стойкости кремниевых СЭ посредством применения водородно-плазменной обработки.

Список литературы

1. S.K.Estreicher, Materials Science and Engineering R14 (1995) 319.

¹С.В. Конев, ²А.В. Крутов, ²М.А. Бойко

¹ИТМО НАН Беларуси

²БГАТУ, г. Минск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ХОЛОДА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Холод – наиболее совершенное средство для хранения пищевых и других продуктов, их переработки, транспортировки. На искусственное охлаждение ниже температуры окружающей среды требуются значительные затраты энергии. В тоже время в природе существует естественный холод, который в зависимости от климатической зоны, периодически возобновляется. Целью исследования является снижение расхода тепловой энергии, при хранении сельскохозяйственных продуктов в летнее время. В задачу исследования входило разработка технических средств для использования естественного холода в условиях сельскохозяйственного производства.

Из возобновляемых источников энергии естественный холод находит наименьшее применение. В научной литературе по нетрадиционной энергетике этот вид энергоресурса, как правило, не рассматривается вообще, или встречается очень редко. Вероятнее всего, причиной этому является то, что естественный холод относится к сезонным потокам энергии, существующим в окружающей среде.

В докладе приводится обзор известных сооружений, холодильных установок, принцип действия которых основан на применении естественного холода (ледяное и льдосоленое охлаждения, охладители молока сезонные, хладоаккумулирующие системы).

В рамках региональной научно-технической программы “Энергоресурсосбережение в АПК Минской области” реализуется задание “Разработать и внедрить термосвайную хладоаккумулирующую систему-ледник для хранения сельскохозяйственной продукции”.

Проблема сохранения сельскохозяйственной продукции является наиболее значимой после ее выращивания. Приводятся данные о температурных условиях хранения отдельных сельскохозяйственных продуктов. Отмечается, что при хранении большинства их необходимо поддерживать температуру окружающей среды в диапазоне 0...4°С.

В БГАТУ совместно с ГНУ “Институт тепло- и массообмена” НАНБ разработана термосвайная хладоаккумулирующая система-ледник, которая закачивает в зимний период времени естественный холод в грунт.

В докладе даётся описание энергосберегающей рефрижераторной системы с использованием естественного холода, приводятся параметры, влияющие на холодопроизводительность системы.

Термосваи представляют собой герметичную цилиндрическую конструкцию, внутри которой находится рабочее вещество – хладоагент. Нижняя часть термосваи располагается в грунте, а верхняя – над грунтом.

В.М. Бакшанский, А.А. Терентьев, С.Н. Корнилов

Институт проблем использования природных ресурсов и экологии
НАН Беларуси, г. Минск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТОРФУГОЛЬНОГО КУСКОВОГО ТОПЛИВА

Закупаемый каменный уголь содержит до 20 % мелочи класса 0-5 мм, которая может быть использована в смеси с торфом для получения кускового топлива. Концерном «Белтопгаз» разработана технология и было налажено производство торфоугольных брикетов с содержанием угля до 30%. Используя связующие свойства торфа, были проведены исследования получения кускового торфоугольного топлива путем формования во влажном состоянии с последующей сушкой в естественных условиях.

Установлено, что прочность на сжатие сухих торфоугольных кусков уменьшается по линейной зависимости с 3,08 до 1,37 МПа при увеличении содержания угля с 30 до 50%. Увеличения прочности при использовании верхового торфа по сравнению с низинным не обнаружено. Не обнаружено статистически достоверного изменения прочности при использовании фракций угля 0-3 мм и 0-5 мм. Фракции крупнее 5 мм отрицательно влияют на прочность сухих кусков. При выпадении осадков куски разрушаются либо дают много крошки, поэтому сушку следует вести под навесами на стеллажах. Формование ведется при предельном напряжении сдвига смеси 6,1-6,5 кПа и давлении формования 400-500 кПа. Влажность смеси должна быть 68-59%.

Для получения 1000 т торфоугольного топлива при 40 % содержании угля и при влажности готовой продукции 25 % требуется заготовить 1970 т торфа-сырца и угля фракции 0-5 мм – 345 т. Для получения такого количества угля необходимо расфракционировать примерно 1700 т исходного угля. Сушка кусков высотой 80 мм, шириной 110 мм и длиной 150 мм длится 20-25 дней.

Разработана конструкция стеллажей для укладки 15 рядов по 450 кусков на поддонах. Масса кусков во влажном состоянии равна 650 кг, а в высушенном при влажности 25% - 290 кг. Стеллажи рекомендуется помещать под двухскатную крышу шириной 9,8 м и длиной 76 м.

Подобрано оборудование для производства кускового топлива состоящее из: сепаратора, питателя, 3 ленточных транспортеров, фронтального погрузчика и формователя конструкции ИПИПРЭ. Суммарная мощность установленных электродвигателей – 32 кВт. Теплота сгорания торфоугольного топлива равна 3800 ккал/кг при 40% угля воркутинского марки ОЖ.

К.Ф. Зейдаль, Г.Т. Короленко, Б.Ф. Зюзин, С.И. Левченя

РУП “Белниитоппроект”, г. Минск

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОГОДОУСТОЙЧИВОЙ ДОБЫЧИ ФРЕЗЕРНОГО ТОРФА

Фрезерный торф – один из важнейших местных видов топливно-энергетических ресурсов Беларуси. Основными его потребителями являются торфобрикетные заводы, производящие около 1.5 млн. т. коммунально-бытового топлива. Недостатком существующих способов добычи фрезерного торфа является функциональная связь практически всех технологических операций, особенно уборки (вывозки) с полей сушки и собственно добычи торфа (фрезерования – ворошения – валкования) и зависимость всего процесса от погодных условий.

В РУП “Белниитоппроект” разработаны ресурсосберегающая технология и комплекс оборудования для погодоустойчивой добычи фрезерного торфа с отдельной уборкой на основе унифицированных базовых агрегатов отечественного производства.

Суть нового технологического процесса заключается в следующем. Высушенный на поверхности залежи торф собирается в один валок, размещенный по центру 20-метровой карты или в два – на 40-метровой. В последующих циклах валки наращиваются. Из трех-пятицикловых валков торф перевозится в укрупненные складочные единицы (штабели), размещенные на специальных площадках на торфяной залежи или на суходолах за пределами производственных площадей. Причем вывозка торфа идет не зависимо от процесса его сушки и выполняется даже с осадками <5мм. И если сушка ведется в течение 40-50 дней, то вывозка – около 80-90. Комплекс технологических операций функционально разделяется на две части: первая – фрезерование, сушка, валкование и наращивание валков; вторая – уборка торфа из валков, его вывозка и штабелирование. В сухие устойчивые периоды сезона ведется накопление торфа в валках, при ухудшении погодных условий темпы валкования замедляются или прекращаются, производительность уборочного комплекса при этом остается неизменной. Показатели первой части процесса определяются в основном размерами производственных площадей, второй – массой вывозимого и штабелируемого торфа.

В разработанный комплекс оборудования для данной технологии добычи торфа входят фрезерный барабан с проходными ножами ФП-О, валкователь ВУТ-О, машина для уборки-перегрузки торфа из укрупненных валков ОПФ-1, транспортное средство ОТТ-1 и бульдозер-штабеллер ОШ-1. В основу технических конструкций заложены унифицированные узлы и агрегаты, спроектированные с возможностью серийного выпуска машиностроительными производствами предприятий торфяной отрасли.

А.В. Бородуля, Г.И. Пальченко

Институт тепло- и массообмена им. А.В.Лыкова НАН Беларуси, г. Минск

ИНЖЕНЕРНАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА СЖИГАНИЯ ГРАНУЛИРОВАННОГО БИОТОПЛИВА В КИПЯЩЕМ СЛОЕ

В последнее время в мировой энергетике наблюдается рост использования биотоплива – древесины и растительной биомассы, бытовых отходов и т.п., обычно определяемых общим термином биомасса. Эта тенденция удачно вписывается в современную стратегию устойчивого развития, поскольку биомасса CO_2 -нейтральна, содержит мало золы и серы и является возобновляемым энергоресурсом. В то же время биомасса относится к низкоэнергетическим топливам из-за высокой влажности и низкой объемной теплотворной способности. Одним из перспективных методов устранения указанных недостатков является гранулирование исходной биомассы, позволяющее получить облагороженное биотопливо с низкой влажностью (до 10%) и высокими плотностью ($\sim 1200 \text{ кг/м}^3$) и теплотворной способностью ($\sim 18 \text{ МДж/кг}$). В настоящее время в ЕС и США широко используются гранулы (pellets) из отходов древесины, бумаги и бытовых отходов диаметром 5-15 мм, сравнимые по своим энергетическим характеристикам с углем и значительно превосходящие его по экологическим параметрам. Сжигание в кипящем слое (КС) обеспечивает дальнейшее повышение эффективности использования гранулированного биотоплива за счет автоматизации процессов топливоподачи и горения, снижения выбросов оксидов азота и возможности совместного сжигания биомассы с местными ископаемыми топливами.

На основании комплексного исследования закономерностей горения семи видов гранулированных отходов разработана инженерная методика расчета процесса сжигания гранул биомассы в КС. Методика включает эмпирические зависимости и упрощенные математические модели, позволяющие рассчитывать характеристики тепло- и массообмена горячей гранулы; время и среднюю скорость выхода летучих; эволюцию размеров и массы гранулы в процессе выхода летучих; время, среднюю скорость и температуру горения коксового остатка в зависимости от основных режимных параметров. С целью учета особенностей горения гранул биомассы – флотации гранул на поверхности слоя при выходе летучих и фрагментации коксового остатка - модифицирована разработанная ранее математическая модель топочного процесса в КС. Проведено численное исследование влияния указанных особенностей на эффективность процесса сжигания и выявлена решающая роль перемешивания газа в надслоевом объеме.

ТРАДИЦИОННАЯ ЭНЕРГЕТИКА

С.В. Конев

Институт тепло-и массообмена НАН Беларуси, г. Минск

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ

Комплекс технических мероприятий направлен, главным образом на создание эффективной теплосберегающей техники, на проработку экономических и экологических особенностей, а также на совершенствование образовательной базы. Основа подхода состоит в создании технической основы теплотребляющей аппаратуры (более сорока наименований), отличающейся коротким сроком окупаемости. Применение в РБ нашли:

-теплоутилизаторы рекуперативные теплообменники: газ-газ (Барановичдрев;

г.Барановичи, НИПТИС,г.Минск), газ-жидкость (Завод литья и нормалей, Гомсельмаш, г.Гомель); жидкость-жидкость (Инкубцех Рыбхоза Изабелино, Минская обл.);

-гелиоводонагревательные системы (Санаторий “Ислочь”, г.Раков; Пос. “Сосны”, Минский район, Иссл.полигон Богино,Браславкий р-н);

-электротеплоаккумуляторы (Водозабор, г. Волковыск);

-экономичные печи на отходах твердого топлива (Иссл. полигон Богино,Браславкий р-н, Совхозы Гомельской обл.);

-тепловые насосы (Иссл.полигон Богино,Браславкий р-н);

-серия отдельных разработок реализована на экспорт в Россию, в частности Теплоутилизаторы: Дрожжевой завод, (г.Ростов на Дону), Химический завод (г. Бердск).

В реализации находится: “Термосвайная холодоаккумулирующая система – ледник для хранения сельскохозяйственной продукции” с использованием естественного холода.

Подготавливается серийное производство минитеплообменников газ-газ с программой выпуска уже в 2003 году более 100 шт. и окупаемостью менее одного года.

Разработанная методика экономической оценки использования теплосберегающей техники. Подход состоит в учете первоначальных топливных затрат, разделении по группам теплоиспользующей, теплогенерирующей и транспортирующей техники.

Комплексный подход включает также экологию энергосбережения и позволяет оценивать положительные аспекты от снижения выбросов вредных веществ при внедрении теплосберегающего оборудования. Рассмотрены особенности возможного отрицательного экологического воздействия от энергосберегающих мероприятий.

Образовательная деятельность Комплекса мероприятий состоит в разработке учебного оборудования нового поколения с использованием компьютерной техники для лабораторных работ по курсу “Энергосбережение” др. теплотехническим дисциплинам, но с обязательным использованием энергосберегающих мероприятий. Уже разработаны и эксплуатируются в различных ВУЗах Беларуси (БГПА, БГАТУ, ГГТУ и др.) 12 установок.

УДК 629.4.014.4: 621.311

Н.Д. Малькевич, М.И. Шкурин, Н.Ф. Зеньчук

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

ПРИМЕНЕНИЕ РЕЖИМНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЕДЕНИЯ ПОЕЗДОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Энергетические затраты в основном зависят от скорости движения поездов и режимов их ведения по отдельным элементам профиля пути железнодорожной линии. Известно, что чем выше ходовая скорость движения, тем выше энергетические затраты и меньше затраты времени на передвижение поезда. Поэтому нужно найти такую скорость, при которой суммарные расходы на передвижение поезда были бы минимальными.

Энергосбережения можно достичь улучшением использования каждого локомотива в любых условиях за счет экономичных режимов преодоления “вредных” спусков, применения выбега (движения поезда без тяги локомотива), использования резервов времени за счет непараллельных графиков и неидентичности перегонов, выбора станций для скрещения и обгонов. В конечном счете, энергосберегающие технологии определяются степенью использования кинетической энергии движущегося поезда, т. е. степенью гашения ее торможением.

Достичь хороших результатов в этом направлении только за счет повышения квалификации машинистов практически невозможно. Выполненные исследования показали, что названный человеческий фактор обеспечивает снижение расхода топлива только в пределах 1-3%. Поэтому авторами разработана компьютерная программа оптимизационных тяговых расчетов, позволяющая выдавать на печать для машиниста режимную карту ведения конкретного поезда. Режимная карта – документ, на котором в графическом виде изображаются скорости ведения поезда (при использовании максимальной силы тяги локомотива и в оптимальном режиме), привязанные к конкретному профилю пути.

Оптимизация скорости движения поезда по всему участку достигается пошаговым интегрированием ведения поезда путем суммирования на каждом шаге в отдельности расходов, связанных с затратами на нем поездо-минут, и энергетических расходов, связанных с затратами механической работы локомотива на передвижение поезда.

Разработанная компьютерная программа показала высокую степень сходимости с результатами опытных поездок.

В докладе приводятся результаты опытных поездок, подтверждающие высокую эффективность использования режимных карт ведения поездов.

В.М. Овчинников, И.С. Евдасев

НИЦ экологической безопасности и энергосбережения на транспорте
Белорусского государственного университета транспорта, г. Гомель

**МЕТОДИКА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИИ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ЧАСТОТНО-
РЕГУЛИРУЕМОГО ПРИВОДА НА ДЫМОСОСАХ И ДУТЬЕВЫХ
ВЕНТИЛЯТОРАХ КОТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ**

При внедрении энергоэффективного оборудования с целью снижения удельных расходов энергетических ресурсов на производство продукции реальная экономия часто оказывается заниженной по сравнению с проектными значениями. Это объясняется тем, что высокотехнологическое оборудование на предприятиях внедряется без учета реальной ситуации энергопотребления. Технично-экономическое обоснование внедрения оборудования основывается на заявленных поставщиками процентах экономии. Такая ситуация объясняется тем, что законодательная и научно-исследовательская базы в вопросах эффективного использования энергетических ресурсов отстают от темпов внедрения современного оборудования.

Одним из наиболее ярких примеров внедрения нового оборудования без учета реальной ситуации является применение частотно-регулируемых приводов вентиляторов и дымососов. Часто результаты проведения этих мероприятий оказываются хуже ожидаемых, что говорит об актуальности разработки более адекватных методов расчета экономии электроэнергии.

Сотрудниками научно-исследовательского центра экологической безопасности и энергосбережения на транспорте БелГУТа разработана методика технико-экономического обоснования внедрения частотно-регулируемых приводов на дымососах и дутьевых вентиляторах котлоагрегатов. Новизна методики заключается в определении загрузки электропривода и производительности дымососов посредством рассчитанных значений действительных объемов продуктов сгорания при различных режимах работы котлоагрегата. Данная величина зависит от ряда факторов, наиболее значимые из которых следующие: характеристики топлива, коэффициент избытка и температура воздуха в тракте перед дымососом.

Предлагаемая методика дает возможность энергетикам предприятия рассчитывать экономический эффект внедрения частотно-регулируемого привода на дымососах по данным режимно-наладочных испытаний котлов и статистическим данным потребления электрической энергии за несколько предыдущих лет. Методика апро-

бирована на производственно-отопительных котельных локомотивного депо Барановичи, локомотивного депо Жлобин и вагонного депо Могилев.

**И.В. Кузьмин, В.В. Русецкий, Е.И. Щербина, Р.М. Долинская,
Н.Н. Козел**

ОАО “Беларусьрезинотехника”, г. Бобруйск

БГТУ, г. Минск

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЭП В ПРОИЗВОДСТВЕ ЗАЩИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ

В настоящее время в резиновой промышленности разрабатываются или применяются новые технологические процессы, направленные на повышение производительности труда за счет интенсификации, механизации и автоматизации производства, уменьшение отходов и вторичное использование сырья. Одним из перспективных направлений является изготовление РТИ из термоэластопластов (ТЭПов).

Огромный интерес к термопластичным материалам объясняется их преимуществом по сравнению с традиционными каучуками, в частности:

- снижением трудоемкости производства готовых изделий;
- снижением энергоемкости производства;
- высокой производительностью труда;
- безотходной технологией, благодаря возможности многократного использования отходов производства без ухудшения основных эксплуатационных свойств;
- возможностью создания высокоавтоматизированного технологического процесса;
- возможностью использования экологически чистого производства,
- высоким эксплуатационным качеством готовых изделий;

На ОАО “Беларусьрезинотехника” совместно с БГТУ были проведены работы по использованию ТЭП при изготовлении защитных чехлов для автомобилестроения. Получены опытные партии изделий из ТЭПов и переданы РУП МАЗ для дальнейших испытаний. Техничко-экономические показатели защитных чехлов из ТЭПов выше, чем у изделий изготовленных из резиновых смесей.

В.Л. Ковальчук

БГТУ, г. Брест

ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

В настоящее время особо актуальной является проблема разработки и применения энергосберегающих технологий и оборудования, в том числе и в области очистки сточных вод. Любые сооружения, предназначенные для очистки сточных вод, находятся без устройств, потребляющих электричество. Стоимость очистки 1 м³ сточной жидкости напрямую зависит от состава сооружений, количества и мощности энергоустановок, используемых для ее очистки.

В технологии биологической очистки сточных вод наибольшее применение получил аэробный метод. В новых разработках сооружений, использующих этот метод, заметна тенденция развития комбинированных сооружений, принцип действия которых совмещает ряд технологических процессов (например, биофильтр-отстойник). Заметный прогресс наблюдается в совершенствовании конструкций биофильтров, что вызвано стремлением к экономии энергозатрат.

Нами предлагаются новые подходы в решении проблемы расчета мощности приводных устройств погружных дисковых биофильтров, более совершенные формулы для расчета, которые гораздо шире охватывают как гидродинамические показатели потока, так и механические параметры, от которых зависит полезная мощность приводного устройства.

Полученные формулы можно использовать на стадии проектирования, то есть рассчитывать по ним мощность приводных устройств, которые обеспечат минимальное потребление электроэнергии, что будет вести к уменьшению эксплуатационных затрат, и, как следствие, к уменьшению себестоимости очистки 1 м³ сточной жидкости и энергосбережению.

М.Ю. Калинин

Институт проблем использования природных ресурсов и экологии
НАН Беларуси, г. Минск

СОКРАЩЕНИЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ — ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Республика Беларусь располагает значительными водными ресурсами: среднесуточный речной сток составляет 57,9 км³/год, а прогнозные эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод – 18,1 км³/год. В то же время энергетические источники Беларуси весьма ограничены. Анализ «Националь-

ной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь» (1997 г.) показал, что при планировании рационального использования водных ресурсов основное внимание было обращено на их количество, энергетический аспект был игнорирован. Поэтому необоснованно был запланирован рост забора воды. Так, например, на 1997 г. он предусматривался на уровне 2230, на 2000 г. – 2595, на 2010 г. – 3101 млн. м³. Запланировано было также увеличение: потребления воды на 1 жителя с 260 л/сут (1997 г.) до 355 л/сут (2010 г.); потерь воды при транспортировке с 89 млн. м³ (1997 г.) до 105 млн. м³ (2010 г.); сброса сточных вод в водные объекты со 1045 млн. м³ (1997 г.) до 1946 млн. м³ (2010 г.); полного водопотребления, включая оборотное и повторно-последовательное с 9495 млн. м³ (1997 г.) до 13209 млн. м³ (2010 г.).

Иными словами было предусмотрено неэкономное отношение к изъятной из источников воде и прогрессирующее загрязнение водных объектов, что противоречит задачам охраны водных ресурсов и обеспечения устойчивости водных экосистем.

Как показал анализ, фактические показатели отбора и использования водных ресурсов за период 1997 – 2000 гг. снизились. Меньше запланированных оказались показатели: по забору воды на 37,8%, по использованию воды на 27%. Реально снизился объем полного водопотребления на 37,7%, сброс загрязненных и недостаточно очищенных вод на 16%, сброс нормативно-чистых вод – на 12,8%.

Потери воды при транспортировке в последние годы остаются на уровне 117 млн. м³. Наибольшее количество воды теряется в крупных городах республики в сфере жилищно-коммунального хозяйства: от 5 млн. м³ (г. Брест) до 37 млн. м³ (г. Минск). Потребление питьевой воды на 1 человека в городах составляет 180 - 370 л/сут, что существенно выше, чем в большинстве стран Европы (120 - 150 л/сут).

С целью сокращения потребления электроэнергии необходимо: сократить забор воды из источников, ввести новые тарифы на воду, установить водоизмерительные приборы, увеличить объемы оборотного и повторно-последовательного водопотребления.

А.Н. Малашин, С.В. Клопов

Военная академия Республики Беларусь, г. Минск

**РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОМЕХАНОТРОННОГО ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ АВТОНОМНОГО
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

Высокая стоимость прокладки и эксплуатации централизованных электросетей вновь выдвигает в одно из приоритетных направлений развития современной энергетики автономные системы электроснабжения. Вместе с тем копирование технических приемов «большой» энергетики в области генери-

рования, передачи и преобразования параметров энергии в большинстве случаев не удовлетворяет потребностям малых автономных энергосистем по таким показателям как масса, габариты, КПД и удельная мощность. Это в конечном итоге выливается в повышенный расход топлива при транспортировке, высокие капитальные и эксплуатационные расходы. Исследования в этой области показывают, что минимальные габариты и масса сети, распределительных и преобразовательных устройств системы электроснабжения обеспечивается за счет использования в ней для передачи энергии повышенного постоянного напряжения. Основными источниками электрической энергии в системах автономного электроснабжения сейчас и в обозримом будущем будут электромеханические преобразователи. В тоже время разработанные к настоящему времени источники постоянного тока высокого напряжения не удовлетворяют современным требованиям по удельным показателям и качеству выходного напряжения. Это тормозит разработку и внедрение систем автономного электроснабжения такого типа.

Решение проблемы разработки генераторов с требуемыми показателями можно достичь путем согласования режима работы базового генератора переменного тока и сети постоянного тока, что реализуется за счет управления процессами производства и выдачи электроэнергии генератором. Управление осуществляется силовыми транзисторными ключами при помощи микропроцессорной схемы управления. В качестве промежуточного накопителя используются собственные индуктивности электромеханического преобразователя. Реализованный таким образом управляемый процесс преобразования энергии в генераторе постоянного тока электромеханотронного типа позволяет увеличить удельную преобразуемую мощность генераторной установки на 25-35 % при заданной амплитуде пульсаций выпрямленного напряжения.

А.П. Сердешнов, В.М. Апетенок

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

ТРАНСФОРМАТОР НАПРЯЖЕНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 10 КВ

Интенсификация производства обуславливает все более жесткие требования к эффективности работы электрических сетей, что в значительной мере зависит от четкой работы устройств релейной защиты и автоматики. Одним из основных датчиков сигналов для этих устройств являются измерительные трансформаторы напряжения.

Опыт эксплуатации и исследования режимов работы ТН в сетях с изолированной нейтралью показывает, что ежегодно выходят из строя около 8% ТН. Имеются сети, которые из-за регулярных повреждений ТН длительно эксплуатируются без устройств общей сигнализации от замыканий на землю и средств учета электрической энергии. В настоящее время необходимо прове-

сти работу по снижению повреждаемости электромагнитных ТН, но наиболее рациональный путь устранения повреждений – разработка нового трансформатора напряжения требуемой надежности.

Предлагаемый трехфазный ТН, содержит трехстержневой магнитопровод, обмотки низшего напряжения, расположенные на каждом стержне и соединенные в звезду с выведенной нейтральной точкой, обмотки высшего напряжения, расположенные на каждом стержне и соединенные в звезду с выведенной нейтральной точкой. Дополнительная обмотка укладывается поверх обмоток всех трех фаз трансформатора, один ее вывод подключается к нейтрале обмоток высшего напряжения, другой выводится наружу, от требуемого числа витков делается специальный вывод, для контроля изоляции сети.

В таком ТН сокращается количество витков в обмотках в $\sqrt{3}$ раза по сравнению с НТМИ т.к. напряжение, при замыкании на землю, не может повысится до линейной величины, потому что дополнительная обмотка включается так, что создаваемые ею магнитные потоки нулевой последовательности направлены встречно потокам нулевой последовательности от рабочих обмоток и компенсируют их. Дополнительная обмотка обладает также значительной индуктивностью (реактор), что позволяет исключить появление опасных зон для ТН, перемежающихся дуг при замыканиях на землю, а также сдвигает область возникновения феррорезонансных процессов в область малых емкостей линий электропередачи или другими словами феррорезонанс может появиться в линии несуществующей (короткой) длины.

Из вышеизложенного следует, что такой тип ТН не только повышает эксплуатационную надежность, но и снижает стоимость самого трансформатора.

А.Н. Баран, Ю.Н. Селюк

БГАТУ, г. Минск

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕВОДНО – БЕЛКОВОГО КОРМА

Электрический ток является комплексным электротехнологическим фактором воздействия на процессы биоконверсии, вызывающим увеличение массопереноса, изменение направления химических реакций, изменение окислительно – восстановительного потенциала и т. д.. Действие тока на биологические объекты может быть стимулирующим либо угнетающим в зависимости от параметров обработки. Эффект от электрообработки может достигаться как в результате непосредственного воздействия на субъекты, так и при опосредованном влиянии на микроорганизмы – продуценты белка. При правильно подобранных параметрах электрического тока можно обеспечить требуемую эффективность биоконверсии при более низких энергетических затратах.

Нами было выполнено моделирование биологических систем “клетка микроорганизма – межклеточная среда” путём составления эквивалентных электрических схем замещения. Параметры схем замещения определяли по

данным экспериментальных исследований процессов ионного обмена дрожжевых клеток. Были проведены численные эксперименты, в результате которых установлено, что величины токов в ветвях схем замещения в большой степени зависят от частоты и формы приложенного к системе напряжения. Поскольку величина тока в определённой степени соответствует потоку ионов в отдельных частях клетки, изменение тока означает и изменение ионного потока. Применительно к живой клетке это означает стимуляцию либо подавление процессов метаболизма, так как достоверно известна сопряжённость процессов обмена веществ клетки с ионным транспортом.

По результатам численных экспериментов разработаны предложения по совершенствованию технологии получения углеводно – белкового корма и проведены экспериментальные исследования, которыми установлено, что применение электрического тока в процессе получения углеводно – белкового корма позволяет снизить энергоёмкость на 20 % и увеличить выход белка в 2 раза.

А.И. Жуковский

БГАТУ, г. Минск

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ БЕЛАРУСИ

Значительные ресурсы энергосбережения – снижение потерь энергии на транспорт в электрических сетях, превышающих 11% от уровня годового потребления. Данная проблема актуальна и для сельских сетей учитывая, что на нужды сельского хозяйства расходуется свыше 15% всей электроэнергии.

Потери энергии в сетях можно снизить за счет комплекса организационно-технических мероприятий: поддержания оптимальных уровней напряжения на шинах подстанций; отключения трансформаторов на двухтрансформаторных ТП в режимах малых нагрузок; замены недогруженных трансформаторов на трансформаторы меньшей мощности; замены проводов на линиях проводами большего сечения; выравнивания графиков нагрузки; устранения систематической несимметрии в сетях с однофазными электроприемниками; повышения коэффициента мощности.

Одно из наиболее эффективных мероприятий – повышение коэффициента мощности в сетях путем компенсации реактивной мощности (КРМ) потребителей. При значениях коэффициента мощности менее 0,7, потери в сети от передачи реактивной мощности превышают потери от передачи активной мощности. Результаты исследований, проведенных автором, показали, что коэффициент мощности в сельских сетях Беларуси находится в пределах 0,7-0,85 при степени оснащённости компенсирующими устройствами 0,12 квар/кВт.

Подсчитано, что при $\cos(\varphi)=0,7 \dots 0,85$, за счет КРМ можно снизить потери энергии в сети на 25-46%. Компенсирующее оборудование – дорогостоя-

щее, поэтому важно, чтобы оно использовалось максимально эффективно. Это возможно путем предварительного обследования потребителей и проведения расчетов по выбору типа, параметров и мест установки компенсирующих устройств, с учетом специфики сельских сетей и экономических критериев.

В.П. Счастный, А.И. Зеленкевич, А.И. Жуковский

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

КОНТРОЛЬ, УЧЕТ И УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ ОБЪЕКТОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Согласно постановлению Государственного комитета по энергосбережению и энергетическому надзору Республики Беларусь при реализации технической политики в области энергосбережения “приоритет отдавать быстрокупаемым мероприятиям, дающим существенную экономию энергоресурсов”. Одним из приоритетных направлений энергосбережения является “внедрение систем автоматического регулирования электрооборудования”.

В сложившейся экономической ситуации возросла роль современного, высокоточного контроля, учета и управления энергопотреблением с использованием разработок в области микропроцессорной техники.

Из-за специфических особенностей энергоснабжения потребителей в сельском хозяйстве необходима разработка специализированных автоматизированных систем контроля, учета и управления энергопотреблением.

Для контроля, учета и управления электропотреблением в подобных системах предлагается использовать разработанный на кафедре “Электроснабжение сельского хозяйства” БГАТУ цифровой регулятор-измеритель реактивной мощности. Прибор позволит:

- управлять устройством для компенсации реактивной мощности;
- контролировать параметры электрической сети, показатели качества электроэнергии;
- выравнивать графики нагрузки потребителей;
- осуществлять обработку, хранение и передачу измеряемых величин;
- определять другие показатели качества электроэнергии;
- управлять электроснабжением объектов.

В приборе используются цифровые методы измерения электрических величин. Использование современных элементов (микропроцессор Philips, полупроводниковые элементы фирм Dallas, Siemens и отечественных производителей) позволило получить минимальные массогабаритные показатели, высокую надежность при относительно небольшой стоимости прибора.

И.М. Асябрик, К.Т. Беляк, П.П. Колодич

ГУ “Белорусская машиноиспытательная станция”, пос. Привольный
Минского района

**НЕКОТОРЫЕ ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ
ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ УНИВЕРСАЛЬНО-
ПРОПАШНЫХ ТРАКТОРОВ**

По мере роста энергонасыщенности сельскохозяйственных тракторов проблемы эффективного использования мощности двигателя и снижения энергозатрат приобретают особую актуальность. Это относится в первую очередь к универсально-пропашным тракторам для возделывания пропашных культур, где наибольшие рабочая скорости и ширина захвата машинно-тракторных агрегатов ограничиваются агротехническими показателями, а работа агрегатов на максимальном скоростном режиме двигателя происходит при его значительной недогрузке.

Учитывая характер изменения удельного расхода топлива на регуляторной ветви от степени загрузки тракторных дизельных двигателей, у которых удельный расход топлива минимальный при максимальной загрузке и возрастает по мере уменьшения загрузки, при работе агрегатов со значительной недогрузкой двигателя энергетического средства ухудшаются топливно-экономические показатели по сравнению с работой их при номинальной загрузке, т.е. увеличивается как удельный часовой, так и погектарный расходы топлива.

Достижение минимального удельного расхода топлива при эксплуатации МТА определяется параметрами и характеристикой двигателя, потерями мощности в трансмиссии и на буксование движителей, рациональным согласованием параметров трактора и агрегируемых с ним сельхозмашин, состоянием рабочего оборудования, а также рациональными методами управления агрегатом и качеством технического обслуживания.

Результаты испытаний различных сельскохозяйственных агрегатов и выполненный их анализ свидетельствуют, что наиболее эффективными методами повышения топливной экономичности энергонасыщенных универсально-пропашных тракторов являются следующие: совмещение сельхозопераций; повышение загрузки двигателя за счет включения повышенной передачи и соответствующего снижения скоростного режима двигателя; обеспечение своевременных и качественных регулировок; уменьшение потерь на буксование ведущих колес.

¹Э.Д. Подлозный, ²Н.Э. Таранко

¹Белорусский национальный технический университет, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г.Минск

²Белорусский государственный высший колледж связи, г.Минск

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРЕВА КОМПОЗИТНЫХ ПЛИТ ДВИЖУЩИМСЯ ИСТОЧНИКОМ ПЛАЗМЫ

Рассмотрены и решены некоторые задачи по нагреву поверхности композитов типа бетонов путем их плазменного оплавления.

Изучена нестационарная теплопроводность двухслойной прямоугольной плиты (распределение температур) при условии соблюдения теплообмена в начальных условиях как нулевых, так и по закону Ньютона.

Составлена и реализована программа расчета распределения тепла от точечного источника по поверхности плиты.

Рассмотрена задача распределения температурных деформаций в тонком слое, лежащем на упругом основании Винклера.

Определена также возможность распространения трещины в зависимости от угла отрыва слоя от упругого основания.

Решена нестандартная задача распределения температур для полуплоскости.

Рассмотрено уравнение предельного равновесного состояния хрупких тел, содержащих дефекты типа трещин.

Приведены некоторые выводы из анализа графиков.

Разработан технологический регламент плазменного оплавления поверхности плит, выпущены опытные партии оплавленных конструкций.

В.А. Бородуля

Институт тепло- и массообмена НАН Беларуси, г. Минск

КОТЕЛЬНЫЕ РЕСПУБЛИКИ КАК ОБЪЕКТЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Большая зависимость народного хозяйства Республики Беларусь от импорта первичных топливно-энергетических ресурсов остро ставит вопрос об их экономном, рациональном использовании. Энергосбережение, в том числе при производстве тепловой энергии, становится одним из основных факторов выхода страны из создавшегося положения.

В настоящее время потребление тепловой энергии в республике на нужды промышленности, жилищно-коммунального хозяйства и социальной сферы составляет около 70 млн. Гкал в год. При этом централизованная выработка электроэнергии и теплоты на ТЭЦ и на относительно крупных системах

районного отопления концерна “Белэнерго” составляет значительную долю в энергообеспечении потребителей, но не превышающую, однако, 50%.

Примерно такое же количество тепловой энергии отпускается потребителям от отопительных и отопительно-производственных котельных, принадлежащих предприятиям и организациям различных министерств и ведомств, местным Советам и другим субъектам хозяйствования различных форм собственности. Общее потребление топлива этими котельными составляет около 7 млн. т у.т. Среди них насчитывается около 740 котельных с суммарной установленной мощностью котлов более 10 Гкал/ч и с годовым отпуском теплоты около 17 млн. Гкал и 4675 котельных установленной мощности от 0,5 до 10 Гкал/ч, из них 3357 (или 72%) тепловой мощностью от 0,5 до 3,0 Гкал/ч. Общий годовой отпуск от этих мелких котельных – 11 млн. Гкал.

Структура использования топлива для крупных котельных: природный газ – 53%, мазут – 40%, прочие виды топлива (древесные отходы, торф, уголь и др.) – 7%. Для мелких котельных: природный газ – 30%, жидкое топливо (мазут, ПБТ, дизельное) – 25%, твердое топливо (уголь, торфобрикеты, дрова, древесные отходы) – около 45%.

Таким образом, видно, что в народном хозяйстве республики котлы и котельные малой мощности продолжают играть существенную роль. Они обеспечивают тепловой энергией весьма многочисленные бытовые, сельскохозяйственные и промышленные объекты, которые удалены от более крупных источников энергии. При этом в эксплуатации продолжают оставаться физически и морально устаревшие котлы типа “Ланкашир”, “Штейн-Мюллер”, “Бабкок-Вилькокс”, “Универсал”, “Минск”, НИИСТУ и др., которые по своим техническим характеристикам не отвечают современным требованиям. Однако, большие тарифы на тепловую энергию вынуждают предприятия продолжать строить собственные котельные для обеспечения своих технологических процессов тепловой энергией.

Повышение экономичности основного оборудования котельных, замена устаревшего оборудования, переход на новые энергосберегающие технологии, является в настоящее время весьма актуальной задачей. К другим техническим направлениям и комплексам средств, реализация которых обеспечивает значительную экономию топлива относятся такие, как повышение эффективности использования в котельных природного газа, в том числе за счет когенерационных технологий и глубокой утилизации теплоты уходящих дымовых газов, более широкое использование местных видов топлива и горючих отходов производства, непрерывный контроль качества работы котлов, оснащение их автоматическими стационарными газоанализаторами и др.

Пересмотр тарифов на тепловую энергию для жилищно-бытового сектора, разработка гибких тарифов, обеспечивающих максимальную загрузку наиболее экономичных источников – ТЭЦ, районных котельных, крупных промышленных котельных – важный дополнительный рычаг в части организационно-экономической деятельности по энергосбережению в области теплоэнергетики.

А.И. Ковалинский, О.В. Долгов, А.С. Силуцкий

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ И
ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ**

Одним из наиболее крупных потребителей энергоресурсов в сельскохозяйственном производстве Республики Беларусь являются приточно-вытяжные установки птицеводческих и животноводческих комплексов. Анализ структуры потребления энергии на этих объектах показал, что доля затрат на поддержание в производственных помещениях заданных параметров микроклимата составляет 40-90% от общего расхода энергии. По результатам исследований установлено, что наиболее эффективным путём снижения потребления энергии системами микроклимата является повышение уровня автоматизации тепловентиляционного оборудования.

В Республике Беларусь, как и в других странах СНГ, в абсолютном большинстве случаев в приточно-вентиляционных установках животноводческих и птицеводческих помещений, системах обеспечения микроклимата применяются низкоэффективные нерегулируемые асинхронные электроприводы.

Одним из способов повышения уровня автоматизации тепловентиляционного оборудования и снижения энергопотребления, а также обеспечения требуемых параметров микроклимата можно использовать энергосберегающих технологий на основе регулируемых электроприводов.

В результате выполненных в БГАТУ исследований было установлено, что использование частотно-регулируемых асинхронных электроприводов вместо нерегулируемых позволит получить:

- экономию электроэнергии до 20%;
- экономию тепловой энергии до 35%;
- существенное снижение затрат на ремонт и эксплуатацию электрооборудования;
- более надёжную работу электроприводов в технологических процессах и линиях.

Срок окупаемости инвестиций в создание регулируемых электроприводов приточно-вытяжных систем животноводческих и птицеводческих помещений составит от 1 до 3 лет.

В.П. Луговский, И.М. Русак

БГУИР, г. Минск

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ УПРАВЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ СИЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Во многих областях техники происходит изменение подхода к использованию электронных вычислительных средств для целей управления. Вследствие значительного развития микроконтроллеров и микроЭВМ, совершенствования способов передачи информации между ними, резкого снижения стоимости, появились возможности установки в различном силовом оборудовании локальных управляющих устройств и организации оптимального, умного (интеллектуального) управления оборудованием на основе обработки микроконтроллером получаемой информации с использованием совершенных алгоритмов.

Функции управляющих устройств можно разбить на три большие группы: сбор и оценка данных, поступающих от устройств силового оборудования; обработка данных по определенному алгоритму с использованием жесткого (схемного) принципа или под программным управлением; обратная связь, автоматическое управление параметрами работы устройств силового оборудования.

Управляющее устройство должно достаточно быстро реагировать на внешние события и постоянно, в реальном времени, обрабатывать поток входных данных, не имея возможности изменить их количество или скорость поступления.

Современные управляющие устройства используют обычно прямое цифровое управление. При этом устройство управления, как правило, само рассчитывает управляющие сигналы для исполнительных устройств, а также принимает и передает все данные от датчиков или измерительных цепей к исполнительным цепям или механизмам.

Уровень сложности управляющего устройства определяется свойствами управляемого процесса. Среди прочих проблем, усложняющих управление, наибольшее влияние оказывают: нелинейность процесса, изменяющаяся внешняя среда, изменение условий самого процесса, значительные временные задержки, внутренние связи процесса.

Устройство управления обычно используется не только для регулирования и определения последовательности управляющих операций, но и выполняет ряд дополнительных функций таких как: тестирование системы, распознавание нестандартных ситуаций, адекватное реагирование.

Применение интеллектуальных управляющих устройств в силовом оборудовании позволяет существенно повысить технико-экономические показатели и надежность, обеспечить защиту и снизить энергопотребление.

В.В. Кузьмич, А.И. Кириленко, Д.В. Зимницкий

РУП БелНИИагроэнерго, г. Минск

СИСТЕМА КОМБИНИРОВАННОГО ОСВЕЩЕНИЯ КАК СРЕДСТВО СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ОСВЕЩЕНИИ И ОБЛУЧЕНИИ

Наиболее эффективно в энергетическом и экономическом аспектах комбинированное освещение может быть при применении естественного освещения (ЕО) и освещения создаваемого высокоэффективными источниками при условии, что оба типа излучений вводят в световод, при этом решается задача правильного светораспределения и обеспечивается управление как ЕО, так и искусственным светом (ИО). Выполнить эту задачу возможно только с помощью световодов и других систем ЕО (солнечного), которые позволяют оптимальным образом сочетать ИО и ЕО и использовать наиболее эффективные разрядные источники света, применение которых в ряде случаев запрещено из-за высокой доли жёсткого УФ излучения.

Расчёты показывают, что применение таких систем освещения позволяет снизить затраты электроэнергии на ИО до 20%, и это при том, что такое снижение уровня энергопотребления для искусственного освещения вызовет увеличение продуктивности животных и птиц, повысит их жизнеспособность, снизит заболеваемость и улучшит качество производимой ими продукции.

РУП БелНИИагроэнерго изучается возможность внедрения системы комбинированного световодного освещения на основании новых конструктивных решений для безоконных птичников. Республике в целом использование комбинированного световодного освещения даст снижение электропотребления на освещение в среднем на 2500 млн.кВт•ч/год по республике. В сельскохозяйственном производстве экономия электроэнергии на ИО составит в среднем 90 млн.кВт•ч/год.

А.И. Кириленко, И.С. Плакса, С.Н. Чернявский

Минский государственный высший авиационный колледж, г. Минск

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ОГОНЬ НА СВЕТОДИОДАХ

Светодиодные световые приборы (СИД, СП), несмотря на начальный этап разработки, уже имеют свою историю. Создан прожектор на СИД (Ж. Алферов), созданы бытовые светильники на белых СИД, созданы и быстро внедряются светофоры и бакены на СИД. На очереди широкомасштабное внедрение СП на СИД на всех видах транспортных средств.

Целью нашей работы было создание авиационного огня на СИД, демонстрация возможностей приборов такого рода. Мы также стремились проверить возможность использования плоского светодиодного излучателя в СП с

плоской линзой Аллара, более дешевой в производстве, для создания требуемой кривой силы света, жестко нормируемой в авиации.

Нами разработан и испытан макет авиационного огня для светоограждения зданий. Особенностью таких устройств являются менее жесткие требования к кривой силы света, широкий диапазон используемых яркостей, и, вместе с тем, размещение на значительной высоте, что затрудняет доступ для обслуживания (замена ИС), подвода электропитания, переналадку. Значительная масса усложняет монтаж и демонтаж.

В созданном макете предусматривается как автономное питание (аккумулятор), так и питание от сети. Разрабатываются устройства подзарядки аккумулятора от солнечной батареи и ветроэнергетической установки. Предусмотрено дистанционное управление частотой следования импульсов (0,2-18 Гц), длительностью импульсов (155-344 мс), предусмотрена регулировка яркости (регулировка амплитуды импульсов 0,2-2,5 В).

Дистанционное управление осуществляется с помощью стандартного пульта на расстояниях до 6 м.

А.И. Кириленко, А.А. Стовпак

Минский государственный высший авиационный колледж, г. Минск

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ ПО ПРОИЗВЕДЕННОМУ СВЕТОВОМУ ПОТОКУ

Эффективность систем освещения в современных условиях определяется не только задачами обеспечения нормируемых показателей, но и проблемой энергоснабжения, которая при сохраняющейся тенденции роста тарифов на электроэнергию (ЭЭ) становится актуальной. Решение этой проблемы возможно только при широком использовании естественного освещения (ЕО) и связано с применением систем автоматического управления как искусственным (ИО), так и ЕО (САУО). Осветительная установка (ОУ), подлежащая управлению прежде всего, сама должна быть эффективна. Оценивать эффективность ОУ можно по методу приведенных затрат или по удельным энергетическим затратам по методике НИИСФ. Однако, на наш взгляд, для оценки эффективности ОУ, как объекта управления, целесообразно использовать такой показатель, как удельная стоимость произведенного источником света (ИС) светового потока, т.к. применение автоматического управления освещением направлено не на экономию ЭЭ, как таковую, а на экономию световой энергии, производимой системой ИО:

$$C_{\phi} = \frac{P T C_{\text{ээ}} + C_{\text{л}}}{F}$$

(1)

USD/млн лм-ч, где P-мощность, потребляемая ИС, с учетом потерь в ПРА; $C_{\text{ээ}}$ -тариф на ЭЭ; T – номинальный срок службы ИС; $C_{\text{л}}$ – стоимость ИС;

F – световой поток, произведенный ИС за срок службы T . Такой подход позволит учесть не только светотехнические и энергетические особенности ОУ, но и экономические. Значение C_{ϕ} зависит от тарифов на ЭЭ, существующие низкие тарифы делают невыгодным как применение современных (энергетически и светотехнически высокоэффективных) СП (что объясняется их относительно высокой стоимостью), так и применение автоматического управления освещением.

Кроме этого эффективность САУО зависит от таких показателей, как коэффициент автономности ЕО и КЕО, которыми определяется возможность использования ЕО, а значит и потенциальная возможность экономии световой энергии, производимой ОУ.

С применением САУО появится возможность повышения норм на освещенность без существенного увеличения затрат на ЭЭ (существующие нормы у нас примерно на одну ступень ниже, чем на Западе), что тоже должно учитываться при оценке эффективности САУО (хотя учесть такие факторы достаточно сложно).

УДК 621.791: 620.179.1

С.В. Болотов

Могилёвский государственный технический университет, г. Могилёв

**СОКРАЩЕНИЕ ЗАТРАТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЗА СЧЁТ
ПРИМЕНЕНИЯ МАГНИТНО-ТЕПЛОВОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ
КАЧЕСТВА СОЕДИНЕНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ КОНТАКТНОЙ
ТОЧЕЧНОЙ СВАРКОЙ**

Расход электроэнергии в сварочном производстве машиностроительных предприятий превышает 2,5 млрд. кВт•ч что составляет 9% производимой в Республике электроэнергии. При этом на долю контактной точечной сварки приходится 6% затрат электроэнергии.

Одна из основных причин, сдерживающая применение контактной точечной сварки при изготовлении ряда ответственных изделий заключается в том, что даже при использовании наиболее совершенного сварочного оборудования прочностные свойства точечных соединений могут быть недостаточно стабильными из-за различного рода дефектов.

Наиболее опасный дефект контактной точечной сварки - непровар. Современная дефектоскопия не дает определенных методов для его надежного обнаружения, а современная технология контактной точечной сварки не имеет достаточно совершенных средств для его предупреждения. Это приводит к необходимости до 15% повышать количество сварных точек для повышения надёжности соединения.

Предлагается новый подход в оценке качества сварного соединения магнитными методами, основанный на регистрации изменения наведенного магнитного поля под влиянием теплового поля при сварке.

Известно, что с ростом температуры нагрева ферромагнетика его индукция насыщения и остаточная индукция убывают и при некоторой температуре, называемой точкой Кюри ферромагнетик теряет свои ферромагнитные свойства.

Предлагается намагничивать область контактной точечной сварки однополярным импульсом постоянного магнитного поля непосредственно после отключения сварочного тока, когда на величину остаточного магнитного поля будет влиять только температура нагрева изделия в момент отключения намагничивающего устройства.

Исследование предлагаемого способа контроля проводили расчётным и экспериментальным путём.

Для проведения теоретических исследований была разработана методика расчёта тепловых и магнитных полей в зоне сварного соединения в среде COSMOS/M.

В результате расчётов получена связь между изменением остаточной индукции в центре контактного пятна электрода и диаметром литого ядра для различных толщин свариваемых деталей и режимов намагничивания.

В ходе экспериментальных исследований выявлено, что происходит значительное изменение уровня нормальной составляющей остаточной индукции на поверхности свариваемых деталей для качественного и дефектного сварного соединения.

В ходе обработки результатов экспериментальных исследований получена корреляционная связь между изменением остаточной индукции и диаметром литого ядра для различных толщин свариваемых деталей и времени намагничивания. Причём коэффициенты корреляции не ниже 0,95.

В результате исследований разработан способ неразрушающего контроля диаметра литого ядра при контактной точечной сварке.

Применение магнитно-теплого метода контроля, обладающего высокой производительностью и достоверностью, позволит значительно снизить затраты электроэнергии на сварочные работы.

**¹И.М. Плехов, ²А.С. Семенов, ²А.С. Назаров, ¹В.Н. Гуляев,
²В.В. Тетерятников**

¹БГТУ, г.Минск

²Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения
НАН Беларуси, г. Гродно

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ УСТАНОВКА СОЗДАНИЯ ВАКУУМА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ПРОИЗВОДСТВА ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

Существующие пятиступенчатые парожетторные насосы для создания вакуума в аппаратах отгонки мономеров (АОМ) и трехступенчатые паро-

эжекторные насосы для создания вакуума в роторном испарителе на стадии концентрирования регенерированного капролактама обладают высокой энергоемкостью. Расход пара составляет, соответственно, 450 кг/ч и 150 кг/ч на одной технологической линии. Такие энергозатраты существенно сказываются на себестоимости выпускаемой продукции.

Удаление низкомолекулярных соединений в АОМе осуществляется при абсолютном давлении 670 Па (5 мм рт.ст.). Такое разрежение может быть создано технологической схемой, в которой последовательно установлены парожежекторный и водоструйный насосы. Паровой эжектор потребляет не более 10 кг/ч пара давлением 0,6 МПа и обеспечивает степень сжатия парогазовой смеси около 4,0. В водоструйном эжекторе происходит сжатие парогазовой смеси до атмосферного давления и конденсация пара. Через водоструйный эжектор циркулирует раствор капролактама, который предварительно охлаждается в теплообменнике водой с температурой 8 – 10 °С.

Такая технологическая схема была спроектирована и смонтирована на РУП “Гродненское ПО “Химволокно”. Эксплуатация установки показала, что обеспечивая необходимый вакуум в АОМе, потребление пара снижается на 440 кг/ч, а оборотной воды на 50 м³/ч, при незначительном увеличении потребления электроэнергии циркуляционным насосом и насосом подачи захожденной воды.

Для создания остаточного давления 30 мм рт.ст. в роторном испарителе на стадии концентрирования регенерированного капролактама достаточно установки только водоструйного эжектора, который работает в циркуляционном контуре раствора капролактама, охлаждаемого в теплообменнике оборотной водой.

На РУП “Гродненское ПО “Химволокно” подлежат модернизации 5 технологических линий производства нитей технических для кордной ткани и техизделий, включающие схему создания вакуума в АОМе, и 2 технологические линии на регенерации капролактама. Внедрение предлагаемых установок на указанных технологических линиях позволяет сэкономить свыше 2000 т.у.т. в год.

Н.С. Кузьмина, С.В. Конев

Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, г. Минск

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Рациональное производство и потребление энергии имеет два экологических аспекта. Первый состоит в повышении экономичности энергогенерирующих производств, приводящего к уменьшению удельных выбросов вредных веществ.

Второй реализуется за счет обеспечения энергосберегающих мероприятий и использования теплотребляющей эффективной техники.

Рассмотрены экологические аспекты применительно к различным эко-

номическим областям. Приведены экологические параметры наиболее эффективной тепловой техники. Расчитаны энергосберегающие эффекты снижения твердых выбросов в атмосферу при сжигании различных топлив. Оценены энергосберегающие аспекты снижения энергопотребления в промышленности и быту.

В качестве примера рассмотрены экологические особенности спутной утилизации вредных веществ при вторичном использовании тепловой энергии.

Проведена оценка целесообразности использования той или иной энергосберегающей техники для различных типов загрязняемой территории, имеющей различные показатели (s) относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха. Показано, что особую важность приобретают энергосберегающие мероприятия для $s > 8$, т.е. для территории курортов, санаториев, заповедников, заказников, природных зон отдыха, садовых и дачных кооперативов и товариществ, а также населенные пункты со средней плотностью населения свыше 50 чел/га.

Отдельно рассмотрены экономические особенности экологических аспектов энергосбережения. Приведены упрощенные модели расчета этих особенностей.

Н.М. Бобкова, Е.В. Радион, Н.Ф. Поповская, А.Е. Соколовский

УО “Белорусский государственный технологический университет”, г. Минск

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТУГОПЛАВКИХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Традиционный способ производства тугоплавких керамических материалов связан с высокими энергозатратами (тонкий помол, высокие температуры синтеза и необходимость многократного спекания). Получение керамических материалов с использованием новых технологических процессов, обеспечивающих высокую дисперсность исходных компонентов и формирование фаз при низких энергозатратах, является одним из перспективных направлений современного керамического материаловедения.

В результате проведенных исследований установлены оптимальные условия получения химически осажденных смесей для последующего синтеза муллита, титалита и магнезиальной шпинели. Определены оптимальные условия наиболее полного превращения осажденных смесей в указанные фазы и изучены свойства материалов, что позволило разработать технологические основы получения керамики из химически осажденных смесей. Технология включает следующие этапы: осаждение при перемешивании, фильтрование и промывка осадка, сушка, помол, приготовление массы и формование, высокотемпературный обжиг.

Разработанный технологический процесс позволяет снизить энергопотребление за счет исключения стадий предварительного многократного высо-

котемпературного спекания и промежуточного помола, совместить твердофазный синтез и спекание, снизить конечную температуру синтеза фаз на 150-250 °С и улучшить свойства материалов по сравнению с керамикой, полученной из механической смеси оксидов. Кроме того, достигается более высокая дисперсность исходных материалов и исключается стадия помола.

К.Ф. Зейдаль, Г.Т. Короленко, Н.С. Шамара, В.П. Логунов

РУП “Белниитоппроект”, г. Минск

ТЕПЛОГЕНЕРАТОР ТЦВС-3 ДЛЯ ТОРФОБРИКЕТНЫХ ЗАВОДОВ С ПНЕВМОГАЗОВЫМИ СУШИЛКАМИ

В республике Беларусь действует 18 сушильно-топочных агрегатов торфобрикетных заводов с пневмогазовыми сушилками, которыми производится половина выпускаемых топливных брикетов.

Торфобрикетные заводы с пневмогазовой схемой сушки оборудованы пневматическими топками системы Шершнева и слоевыми топками системы Татищева. Эти топки имеют большие габариты и массоемкость.

Институтом с целью экономии энергетических и материальных ресурсов был разработан теплогенератор с циркулирующим взвешенным слоем ТЦВС-3. Теплонапряжение объема теплогенератора ТЦВС-3 более чем в 3 раза выше, чем у применяемых в отрасли конструкциях, что обеспечивает малые габариты и материалоемкость.

Теплогенератор представляет собой стальной единый блок, футерованный изнутри огнеупорным кирпичом и комплектуемый дутьевым вентилятором, монтируемым на отдельном фундаменте. Он состоит из топки, включающей камеру взвешенного слоя и горизонтальный циклон, смесительной камеры для дожигания уноса и снижения температуры топочных газов до требуемого значения.

За счет использования в новом теплогенераторе передовой технологии сжигания фрезерного торфа во взвешенном слое ожидается:

- сокращение потребления электроэнергии на 15%;
- уменьшение расхода кирпича на одну топку со 170-250 т до 23 т;
- увеличение производительности торфобрикетного завода на 5% за счет сокращения времени на разогрев топки при пусках, стабилизации горения низкокачественного топлива и повышения температуры теплоносителя;
- снижение расхода торфа, используемого в качестве топлива при производстве брикетов на 10%.

Годовая экономия топлива при внедрении одного теплогенератора составит 0,31 тыс. т.у.т.

Срок окупаемости капитальных вложений составляет менее одного года.

И.А. Юрша

Гродненское производственное республиканское унитарное предприятие
“ГПО Азот”

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ И КАПРОЛАКТАМА

В предприятиях нефтехимического комплекса, как правило, имеется пар низких параметров, образующийся в технологических процессах, отработанный низкопотенциальный пар с турбоприводов, высокотемпературные потоки конденсата и органических продуктов, утилизация тепла которых затруднена из-за невозможности его использования напрямую в технологии. Значительное количество тепла теряется с отходящими дымовыми газами, при дросселировании пара до технологически необходимых параметров и т.д.

В связи с этим представляет интерес рассмотрения некоторых общих подходов при решении подобных проблем энергосбережения.

На основании многолетнего опыта по внедрению энергосберегающих технологий можно выделить следующие, наиболее эффективные с точки зрения сроков окупаемости затрат направления:

1. применение паро-струйных компрессоров для утилизации низкопотенциального пара и тепла горячего конденсата;
2. комбинированная выработка электроэнергии и теплоты на теплоэнергетическом оборудовании;
3. внедрение энергосберегающих технологий на базе термодинамического и эксергетического анализа;
4. методы утилизации тепла газовых выбросов.

Приведены примеры энергосбережения в отдельных производствах.

РЕЦИКЛИНГ РЕСУРСОВ

УДК 621.793

М.А. Белоцерковский, А.В.Федаравичус

Институт надежности машин НАН Беларуси, г. Минск

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ АКТИВИРОВАННОГО НАПЫЛЕНИЯ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ

В ИНДМАШе НАН Беларуси разработана установка для газопламенного напыления полимерных порошковых материалов. Конструкция термораспылителя обеспечивает возможность управления теплофизическими и геометрическими характеристиками факела путём изменения соотношения скоростей выхода воздушно-пропановой смеси и спутного потока воздуха в зазоре между мундштуком и сопловым наконечником (эффект газодинамической активации). Спутный поток выполняет роль газодинамического активатора, способного изменять за счёт инъекции форму факела, что позволяет управлять процессами теплообмена между факелом и частицами порошка.

Требуемая плотность теплового потока факела достигается изменением его формы в зависимости от физико-механических характеристик напыляемого полимера. Обеспечение регулировки плотности потока в широких пределах обусловлено необходимостью использования порошков, полученных криогенным помолом вторичных полимеров, имеющих температуру плавления от 90 до 280 °С.

Выбран состав наполнителя в полимерную матрицу покрытия. Установлено, что при этом текучесть порошка полиэтилентерефталата повышается на 15-20%. Проведены ускоренные испытания опытной партии образцов с композиционными полимерными покрытиями, в результате которых рекомендовано использовать разработанное оборудование для нанесения защитных полимерных покрытий на детали строительно-монтажных конструкций.

Термораспылитель и соответствующая технология используются в серийном производстве для нанесения покрытий на шаровое соединение силосопровода силосоуборочного комбайна. Разработана и передана для использования в локомотивные депо технология защиты от коррозии стенок ящиков аккумуляторных батарей, применяющихся в электропоездах.

Разработан состав шихты и технология напыления ситаллополимерных покрытий, которые предназначены для защиты элементов ванн химической и электрохимической обработки. В настоящее время проходят их производственные испытания.

Т.К. Королик, О.В.Никитин

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ
КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПЭВД И
ОТХОДОВ ОБУВНОГО ПРОИЗВОДСТВА МЕТОДОМ ЛИТЬЯ ПОД
ДАВЛЕНИЕМ**

Ранее проведенные исследования, опытно-промышленное производство наспальных прокладок, результаты эксплуатационных испытаний показали перспективность их использования в качестве элементов верхнего строения железнодорожного пути.

Существующий в настоящее время технологический процесс переработки отходов методом прессования в силу ряда причин не является оптимальным (высокие энергозатраты, трудоемкость выпускаемой продукции, низкая производительность).

Были проведены теоретические и экспериментальные исследования, основной задачей которых являлось определение возможности переработки композиционного материала на основе отходов ПЭВД и отходов обувного производства методом литья под давлением.

Исследовались литейные и технологические свойства следующих материалов: ПЭВД + отходы от шлифования микропористой резины (50/50), ПЭВД + отходы от шлифования микропористой резины + измельченные отходы юфти (50/30/20).

Как показали результаты исследований, оба материала обладают удовлетворительными литейными свойствами. Температурный режим их переработки входит в интервал температур переработки первичного ПЭВД. Давление литья составляет 90 – 100 МПа. Температура литейной формы 20 – 60 °С. Полученные изделия технического назначения отличаются хорошим внешним видом, невысокой концентрацией дефектов, легко извлекаются из литейной формы и не загрязняют ее.

Т.К. Королик, О.В. Никитин

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

**КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ПЭВД И
ОТХОДОВ ОБУВНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Создание безотходных технологий и использование вторичного сырья – важнейшая экономическая и экологическая задача народного хозяйства на современном этапе развития производства.

Проведенные исследования посвящены разработке и внедрению в производство композиционного материала на основе отходов ПЭВД с использо-

ванием в качестве наполнителя отходов кожевенно-обувного производства (юфть, тонкодисперсная микропористая резина).

Выполнены теоретические и экспериментальные исследования по оптимизации состава композиционного материала, согласно которым наилучшими показателями обладает материал, содержащий в своем составе: отходы ПЭВД – 100 мас.ч.; измельченные отходы юфти – 20 мас.ч.; отходы микропористой резины – 30 мас.ч.

Предел прочности при растяжении, МПа 10 – 13

Предел прочности при статическом изгибе, МПа 4,5 – 6,5

Ударная вязкость, кДж/м² 30 – 35

Температура хрупкости, °С -70

Маслопоглощение за 24 ч. при 20 °С, %, не более 2,6

Изучено влияние степени измельчения отходов юфти на основные физико-механические показатели композиционного материала. Оптимальный размер частиц юфти составляет 0,6 – 1,5 мм.

Разработанный композиционный материал применяется для изготовления методом прессования прокладок на деревянные шпалы, а также комплектов прокладок на стрелочные переводы типа Р-65 марок 1/9 и 1/11 .

Т.К. Королик, Т.Т. Снопок

Общество с дополнительной ответственностью «Ресурс - НПФ», г. Гомель

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ

ОДО «Ресурс - НПФ» перерабатывает отходы обувного производства с 1988 года. За этот период было переработано более 1500 тонн отходов юфти, хрома, микропористой резины, полиэтилена. Технология переработки - это замкнутый технологический процесс, включающий в себя следующие основные мероприятия: качественный и количественный анализ образующихся отходов; научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по разработке композиционных материалов из отходов и изделий из них; наладка производственного оборудования (измельчители, смесители, дозаторы, сушилки, прессовое и литьевое оборудование); изготовление изделий; мероприятия, направленные на повышение производительности и качества продукции; маркетинговые и рекламные мероприятия по расширению рынков сбыта; реализация продукции и увеличение оборотных средств; приобретение исходных компонентов, сырья, материалов; изготовление и ремонт оборудования и оснастки.

Анализ работы предприятия за истекший период показал, что: эффективная переработка отходов возможна, хотя это сложный, требующий больших трудовых и финансовых затрат, процесс; наиболее сложными мероприятиями для предприятий являются научно-исследовательские работы, финансируемые из собственных средств, капитальное строительство и расширение производства, отсутствие реальных налоговых льгот. Следовательно, необходи-

мо разработать законодательные акты, направленные на стимулирование предприятий и физических лиц, занимающихся переработкой вторичных ресурсов.

Л.П. Пилиневич, М.В. Тумилович, В.В. Савич, А.В. Петраков

Институт порошковой металлургии НАН Беларуси, г. Минск

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОЧИСТКИ И РЕГЕНЕРАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

Смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) получают введением в воду 1,5-5% эмульгаторов, противозадирных и противоизносных присадок, ингибиторов коррозии. В процессе эксплуатации СОЖ загрязняются продуктами резания, продуктами износа инструмента, а также теряют свои характеристики - вязкость, смачиваемость, гомогенность вследствие термического воздействия. Поэтому ресурс СОЖ довольно ограничен - 10-15 смен непрерывной работы. На предприятиях СОЖ заменяют реже, чем следовало бы. При этом существенно падает производительность станков и качество обработки. Отработанная СОЖ, сливаемая в канализацию, является весьма токсичной, а также относительно дорогой продукт.

Цель настоящей работы - разработка ресурсосберегающей технологии и оборудования для очистки и регенерации СОЖ и других технологических жидкостей.

Основная новизна разработанной установки состоит в реализации режима тангенциальной микрофльтрации (10-30 мкм) и использовании поля центробежных сил не только для сепарации загрязнений в жидкости по плотности, но и для повышения ресурса собственно фильтроэлемента. Установка имеет электропривод для вращения фильтроэлементов, что обеспечивает повышение тонкости очистки и значительное увеличение ресурса работы за счет подбора и оптимизации рабочего давления и скорости вращения фильтроэлементов по сравнению с традиционными фильтрами. При этом предотвращение образования осадка на поверхности фильтроэлемента и удаление частиц из пограничного слоя обеспечивается центробежными силами.

В 2000 г. установка испытана на Минском Моторном заводе. Результаты испытаний показали, что установка позволяет уменьшить относительное содержание нефтепродуктов в отработанных моющих растворах более чем в 20 раз, а концентрацию твердых включений более чем в 3 раза. В 2002 г. установка испытана на ЗАО "Адиполь", (Минск) при очистке 20 т СОЖ без регенерации фильтроэлементов. Установка может быть использована для очистки: технической и питьевой воды; моторных и закалочных масел; гальванических растворов; жидких пищевых продуктов (фруктовых и овощных соков, вин, пива, напитков, молока, растительного масла) от твердых и гелеподобных частиц; для концентрации и гомогенизации суспензий (краски на водной, масляной и полиэфирных основах, керамический шликер).

Ю. Жиряков, Ю. Сооне

Институт Сланцев Таллинского Технического Университета,
г.Кохтла-Ярве, Эстония

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ РЕЗИНЫ СОВМЕСТНО С ПЕРЕРАБОТКОЙ ГОРЮЧЕГО СЛАНЦА

Отходы резиновых изделий составляют значительную часть полимерных отходов и являются наиболее динамично образующимися в силу высоких темпов производства изделий на основе каучуков и краткости (в сравнении с другими полимерными изделиями) среднего срока эксплуатации.

В большинстве стран, где разработаны требования к утилизации резиновых отходов, их классифицируют как инертные. По мнению авторов, они не могут считаться таковыми поскольку в их состав входит большое количество различных добавок, содержащих тяжелые металлы, галогены, серу, производные фенолов, amino и нитросоединений, токсичность которых многократно превышает токсичность полимера-матрицы -каучука.

По мере эксплуатационного старения склонность к эмиссии в окружающую среду ингредиентов, содержащихся в резиновых отходах увеличивается, поэтому складирование их на поверхности земли или захоронение вызывает пролонгированное химическое загрязнение окружающей среды.

Одним из способов утилизации резиновых отходов является повторное их использование в менее ответственных видах продукции (в сравнении например с шинами, транспортерными лентами и др.), основная трудность которого заключается в достижении необходимого качества нового изделия, на основе регенерата.

Другой способ утилизации – сжигание резиновых отходов, сопряжен с трудностью очистки газовых и утилизации твердых выбросов сжигания. Как самостоятельное направление термического способа переработки резиновых отходов развивается пиролитическое. Пиролиз резины с получением смолы, газа, метанола и пр. является, по мнению авторов, одним из наиболее перспективных направлений, к недостаткам которого следует отнести образование экологически опасного тяжелого остатка.

Описываемая в данном докладе технология переработки резиновых отходов развилась на стыке двух последних направлений, лишена упомянутых выше недостатков и отработана в течение более 6 лет в промышленном масштабе в Эстонии на установке с твердым теплоносителем Завода Масел.

¹А.Н. Калинин, ¹А.В. Спиглазов, ¹В.П. Ставров, ²А.И. Свириденко

¹Белорусский государственный технологический университет, г. Минск,

²Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения

НАН Беларуси, г. Гродно

ЛЬНОКОСТРА КАК НАПОЛНИТЕЛЬ ВТОРИЧНЫХ ТЕРМОПЛАСТОВ

Исследование отходов привлекательно по экономическим и экологическим соображениям. Ранее была показана принципиальная возможность наполнения вторичных полимеров льнокострой, определены некоторые характеристики механических и технологических свойств композиций льнокостра—вторичные термопласты. В данной работе исследуются механические свойства льнокостры и характеристики адгезионной связи ее с поверхностью полимера, необходимые для оптимизации структуры материала.

Определение характеристик жесткости и прочности льнокостры связано с некоторыми трудностями, обусловленными неоднородностью частиц льнокостры как по длине, так и по толщине, хрупкостью и зависимостью показателей от условий закрепления образца. Решение этих проблем заключается в более тщательном отборе частиц с учетом их размеров и структуры, точном проведении эксперимента, устранении всех нежелательных влияний.

Найдены показатели жесткости и прочности при растяжении и изгибе частиц льнокостры с различным содержанием влаги. Значения прочности имеют большой разброс (коэффициент вариации более 15%), связанный с неоднородностью частиц.

Разработан метод оценки адгезионной прочности на границе льнокостра—полимер в зависимости от температуры расплава и давления. Метод воспроизводит условия консолидации компонентов при пластикации и прессовании. Показано, что оба исследованных фактора имеют существенное значение для прочности связи компонентов.

Изучено влияние пластикации и давления прессования на размеры частиц льнокостры в композиции с полипропиленом, и на плотность формуемого материала. Рассчитан эффективный размер частиц в композициях, полученных при различных режимах.

На основании результатов исследований выработаны рекомендации по управлению структурой и свойствами композитов на основе льнокостры и вторичных термопластов. Испытания образцов подтверждают их обоснованность.

А.Л. Наркевич, В.П. Ставров

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

ВЫСОКОПРОЧНЫЕ ВОЛОКНИСТЫЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА

Утилизация емкостей для напитков, изготавливаемых из полиэтилентерефталата (ПЭТФ), стала в последние годы актуальной ввиду наличия, с одной стороны, больших ресурсов этих материалов, а с другой - технологических проблем при его переработке. В докладе излагаются результаты использования вторичного ПЭТФ как матричного материала для получения высокопрочных композитов, армированных стеклянными волокнами. Для консолидации компонентов используется метод пултрузионной пропитки стекловолокна расплавом термопластичного полимера. Таким методом получены длиноволокнистые литьевые (гранулированные) материалы, непрерывные ленты и профили. Установлены требования к модифицирующим добавкам и режимам пултрузии, выполнение которых обеспечивает хорошее качество материала и изделий. В этом случае композиты на основе вторичного ПЭТФ не уступают по механическим свойствам выпускаемым промышленностью литьевым стеклонаполненным термопластам. При наполнении стеклянными волокнами вторичного ПЭТФ его свойства повышаются в той же мере как и для первичного. Исследовано влияние поверхностной обработки стекловолокна и модифицирующих добавок для полимера на адгезионное взаимодействие компонентов, на прочность и характер разрушения однонаправленных и хаотически стеклоармированных армированных материалов.

Отработаны режимы изготовления методом литья под давлением изделий различной толщины и геометрии. Выработаны приемы модификаций матричного полимера в процессе получения материалов и изделий.

Литьевые композиции на основе вторичного полиэтилентерефталата могут использоваться для изготовления изделий конструкционного, электротехнического и общего назначения с повышенными требованиями к теплоустойчивости и механическим свойствам. Из однонаправленно армированных лент возможно формование профильных изделий сравнительно сложной конфигурации, применяемых, например, в строительных конструкциях.

А.В. Спиглазов, В.П. Ставров

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

ФОРМОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ВЫСОКОВЯЗКИХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНЫХ ТЕРМОПЛАСТОВ

Объемы переработки вторичных термопластов в изделия постоянно расширяются в связи со значительными сырьевыми ресурсами. Высокая вязкость расплавов вторичных термопластов и композиций на их основе ограничивает

возможность использования традиционных методов, в первую очередь, литья под давлением. Рассматриваются технологические особенности формования изделий в пресс-формах между матрицей и пуансоном из предварительно пластицированных термопластичных композиций, полученных в червячном экструдере (по методу пласт-формования).

Установлено, что условия заполнения формы зависят не только от показателей вязких свойств композиции, но и от условий течения на границе с формообразующей поверхностью. Экспериментально определены значения параметров, характеризующих влияние граничных условий при формовании изделий из вторичных полиолефинов, АБС, ПВХ с волокнистым и порошковым наполнителями. Приводятся соотношения, позволяющие рассчитать необходимое усилие и продолжительность его воздействия для заполнения формы. Обсуждаются различные варианты осуществления метода.

На экспериментальном оборудовании изготовлены некоторые типовые изделия. Установлено, что методом пласт-формования при относительно низких энергозатратах могут быть получены изделия, имеющие сложную конфигурацию — ящики, поддоны, крышки, корпуса приборов, сиденья и т.д. По времени цикла формования данный процесс близок к литью под давлением, однако для придания заданной конфигурации заготовке достаточно приложить значительно меньшее усилие. За счет этого снижаются затраты на формообразующую оснастку. К достоинствам данного метода относится также возможность нанесения покрытий на изделия, получения ребер жесткости и закладных элементов непосредственно в процессе формования.

¹Н.С. Ручай, ¹Р.М. Маркевич, ¹Н.В. Гриц, ²Э.И. Коломиец, ²Н.А. Здор,
³В. М. Дорогуш, ⁴Ч.Ю. Янковский

¹Белорусский государственный технологический университет, г. Минск,

²Институт микробиологии НАН Беларуси, г. Минск,

³Концерн “Белбиофарм”, г. Минск,

⁴БРУП “Гидролизный завод”, г. Бобруйск

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОРМОВОЙ БЕЛКОВО-
ВИТАМИННОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ЗЕРНОВОЙ
ПОСЛЕСПИРТОВОЙ БАРДЫ В УСЛОВИЯХ БРУП
“ГИДРОЛИЗНЫЙ ЗАВОД”**

При производстве этанола из зернового сырья образуется послеспиртовая барда (155-170 т на 1000 дал этанола), не находящая эффективного применения. В результате культивирования дрожжей барда обогащается белком, витаминами группы В и другими биологически активными веществами; перевариваемость сырого протеина барды при этом возрастает с 52 % до 85-89 %.

На основании проведенного скрининга в качестве наиболее продуктив-

ных и конкурентоспособных дрожжевых культур – потенциальных продуцентов протеина на зерновой барде отобранные коллекционные штаммы - *Trichosporon cutaneum* ВКР У-495, *Saccharomycopsis fibuligera* ВМ У-176, *Rhodosporidium toruloides* ВМ У-24 и производственный штамм *Candida tropicalis* И-5. Оптимизирован состав питательной среды и условия проточного культивирования наиболее перспективного продуцента протеина на зерновой барде – дрожжевого гриба *T. cutaneum* ВКР У-495. Показано, что при скорости разбавления 0,2 ч⁻¹ и интенсивности аэрации 8 л воздуха/л среды 4-мин продуктивность непрерывного процесса по биомассе и белку практически в 3 раза превышает продуктивность периодической ферментации. Разработана технологическая схема производства БВД на основе зерновой барды с учетом максимального использования имеющегося на БРУП “Гидролизный завод” оборудования.

В.Н. Комашко

Аппарат Совета Министров Республики Беларусь, г. Минск

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО
РЕГУЛИРОВАНИЯ ОБРАЩЕНИЯ С ЛОМОМ И ОТХОДАМИ
ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Основным документом, урегулировавшим в республике обращение субъектов хозяйствования и населения с образующимися у них ломом и отходами черных металлов, явился Указ Президента Республики Беларусь от 5 мая 1995 г. № 179 «О мерах по усилению борьбы с хищениями драгоценных, черных и цветных металлов, их лома и отходов, драгоценных камней», установивший ряд отправных положений, регулирующих деятельность с данным сырьем, а также определившим государственное объединение (ГО) «Белвтормет» структурой, формирующей политику государства в этой сфере.

Имея отношения более чем с 20 тыс. ломосдатчиками республики, принадлежащими практически ко всем сферам деятельности человека, контролируя выполнение государственных заданий министерствами, другими республиканскими органами государственного управления, иными государственными организациями, подчиненными Правительству, облисполкомами и Минским горисполкомом, ориентируя их на выявление резервов указанного сырья и увеличение сдачи его прежде всего для обеспечения отечественных производителей, ГО «Белвтормет» занималось деятельностью, характерной для функционального республиканского органа государственного управления.

В настоящее время Указом Президента Республики Беларусь от 11 сентября 2001 г. № 516 в рамках структурной перестройки государственных органов это объединение выведено из непосредственного подчинения Совету Министров и подчинено Минпрому – отраслевому министерству, решающему ведомственные задачи, что фактически не дает этому объединению возможности в прежней степени положительно влиять на эффективность опре-

деления и претворения в жизнь государственной политики в сфере обращения с одним из наиболее ценных видов стратегического сырья.

В целях повышения эффективности государственного регулирования обращения с металлоломом целесообразно провести структурное преобразование ГО «Белвтормет», создав в нем структуру, призванную постоянно осуществлять мониторинг подотрасли, и подчинить это объединение вновь Совету Министров Республики Беларусь, придав ему статус «организация, подчиненная Правительству Республики Беларусь».

В.Т. Липик, В.Н. Маруль

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ПРИ СЖИГАНИИ ПВХ ЗА СЧЁТ ПОДБОРА СОСТАВА ОТХОДОВ ДЛЯ СОВМЕСТНОГО ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ

При сжигании бытовых и промышленных отходов в атмосферу выделяется большое количество токсичных веществ. Газовые выбросы зависят от вида, влажности и компонентного состава сжигаемых отходов. Значительной токсичностью обладают продукты сжигания полимерных отходов, содержащие цианистый и хлористый водород, оксиды азота и углерода, ароматические соединения, аммиак.

Уменьшить объёмы газовых выбросов, снизить их токсичность возможно за счёт корректировки состава отходов, внесения в них специальных добавок, которые будут либо нейтрализовывать вредные вещества, вступая с ними в реакцию, либо препятствовать их образованию.

В бытовых отходах около 5% по массе составляют отходы пластмасс, среди которых на долю поливинилхлорида приходится 10–15%. Поливинилхлорид, содержащий большое количество хлора при горении выделяет хлористый водород. Наиболее перспективным методом нейтрализации выделяющегося хлористого водорода может быть добавка отходов, которые при горении могут выделять аммиак, вступающий во взаимодействие с хлористым водородом. В работе установлено, что добавление к отходам, содержащим ПВХ, полимерных отходов включающих в своём составе азот, существенно снижает выбросы хлористого водорода, поскольку азотсодержащие полимерные материалы, например, полиакрилонитрил, полиамид сгорают с выделением аммиака. Таким образом, происходит взаимная нейтрализация хлористого водорода и аммиака с образованием нетоксичного хлорида аммония.

Обезвредить выбросы при горении ПВХ возможно с помощью отходов, которые связывают хлористый водород в виде неорганических солей. Так, внесение извести в отходы, содержащие ПВХ, снижает выбросы хлористого водорода. Помимо извести возможно применять с этой целью отходы мелованной бумаги или другие виды отходов содержащих кальций.

Внедрение методов корректировки состава отходов не требует существенных затрат, поскольку возможно составлять смеси из различных видов отходов, продукты горения которых нейтрализуют друг друга, давая менее токсичные и менее подвижные соединения.

В.Н. Марцуль, А.Б. Мошев, А.В. Лихачёва

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

**ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ И СТАБИЛИЗАЦИЯ ИЗБЫТОЧНОГО
АКТИВНОГО ИЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ
ПРОИЗВОДСТВА И ПРИРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Одной из наиболее сложных проблем обращения с отходами производства и потребления является проблема осадков сточных вод, в том числе избыточного активного ила (ИАИ).

Анализ известных схем обработки осадков сточных вод свидетельствует о том, что ключевыми стадиями обработки, определяющими не только возможность последующей утилизации ИАИ, но и воздействие на окружающую среду, являются их стабилизация и обезвреживание. Наиболее технологичной является реагентная стабилизация, предполагающая использование отходов, содержащих органические вещества, обладающих микростатическим и микробоцидным действием и способных биоразлагаться в окружающей среде. Как показано в работе, такими свойствами обладают сточные воды производства карбамидоформальдегидных смол. При соотношении “сточная вода : избыточный ил” от 12:100 до 20:100 наблюдается стабилизация ИАИ на весь период его полной подсушки в естественных условиях.

Перспективным с точки зрения обеспечения максимальной эффективности удаления тяжелых металлов из избыточного активного ила является использование природных и синтетических ионообменных материалов.

Разработана технология обезвреживания осадка за счет удаления тяжелых металлов, которая обеспечивает извлечение тяжелых металлов из обрабатываемого осадка с эффективностью 40-85 % в зависимости от природы ионита. Предусматривается рекуперация тяжелых металлов из раствора (элюата), получаемого на первой стадии регенерации ионита.

Установлено, что применение бентонитовой глины и цеолитсодержащего трепела месторождений Республики Беларусь обеспечивает связывание фиксирующим материалом от 55 до 90 % от общего количества тяжелых металлов в осадке. Ограничение подвижности соединений тяжелых металлов является доступным приемом снижения опасности, связанной с размещением осадков коммунальных очистных сооружений на иловых площадках. Разработанные технологические решения по стабилизации и обезвреживанию избыточного активного ила городских очистных сооружений создают предпосылки для его использования в сельском хозяйстве и снижают воздействие систем обращения с отходами этого вида на окружающую среду.

В.Н. Марцель, О.А. Сапрыкина

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

**РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ ОБРАЩЕНИЯ С ДРЕВЕСНЫМИ
ОТХОДАМИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ТЕХНОГЕННОГО
КРУГОВОРОТА**

В настоящее время при разработке стратегии охраны окружающей среды все большее внимание уделяется подходам, базирующимся на системном анализе функционирования гео- и социо-эколого-экономических систем с определением уровня техногенной нагрузки на территорию.

Особый интерес в плане оценки техногенной нагрузки представляют производства, перерабатывающие возобновляемое природное сырье, например производства, использующие в качестве сырья древесину и другие лигноцеллюлозные материалы. Это связано с тем, что в этом случае при составлении балансов межрайонных потоков вещества необходимо учитывать процессы биотрансформации как продукции, так и производственных отходов и существует реальная возможность сравнения биологического и техногенного круговоротов.

Производство всегда сопровождается изъятием природных ресурсов – либо непосредственным, т.е. связанным с добычей природного сырья (например, заготовка древесины), либо опосредованным, при котором на пространственное распределение отходов отводятся земельные угодья, расходуются ресурсы биосферы и т.д. Связанная с этим техногенная нагрузка (И) может быть охарактеризована известным соотношением:

$$И = I_p / R + W_p K_t / R, \quad (1)$$

где I_p - количество (объем, масса) изъятых ресурсов; R - запасы (объем, масса) ресурса в регионе; W_p - объем (масса) отходов, поступивших в природный ресурс региона в результате производственной деятельности; K_t - коэффициент токсичности отходов.

В рамках техногенного круговорота это изъятие происходит за счет древесинного вещества, выводимого из цикла и запасаемого в виде продукции и некоторых твердых отходов:

$$И = \frac{\sum_{i=1}^m A_i}{R} + \frac{\sum_{i=1}^n (\alpha_i * A_i * \gamma_{ж} * \beta_{ж} + \alpha_i * A_i * \gamma_{тв} * \beta_{тв})}{R}, \quad (2)$$

где A_i - количество сырья, используемого при производстве i -й продукции за год; α_i - потери древесины с отходами в i -м производстве; $\gamma_{ж}$ - доля отходов, сбрасываемых со сточными водами; $\gamma_{тв}$ - доля твердых отходов; $\beta_{ж}, \beta_{тв}$ - константы разложения; R - запасы древесины в регионе.

Л.А. Шибека, В.Н. Марцель, В.П. Капориков

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ В СОСТАВЕ
ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОЧИСТКИ
СТОЧНЫХ ВОД**

Одной из актуальных проблем охраны окружающей среды является очистка сточных вод в системах оборотного водоснабжения и водоотведения. На практике широко используются физико-химические методы очистки, основанные на применении разнообразных материалов: коагулянтов, флокулянтов, сорбентов, ионитов. Техничко-экономические и экологические характеристики рассматриваемых методов в значительной степени зависят от доступности упомянутых вспомогательных материалов и эффективности их использования в плане предотвращения вторичного загрязнения обрабатываемой жидкости.

В силу специфических свойств и особенностей получения свойствами коагулянтов, флокулянтов, сорбентов и ионитов обладают полиэлектролитные комплексы (ПЭК), представляющие собой особый класс полимерных соединений, образующихся в результате взаимодействия растворимых в воде противоположно заряженных полиэлектролитов. В качестве реагентов для получения ПЭК могут быть использованы биополимеры, содержащиеся в отходах ряда производств и способные при определенных условиях растворяться в воде.

Исследованы свойства и применение полиэлектролитных комплексов на основе поли-N,N-диметил-N,N-диаллиламмонийхлорида (ПДМДААХ) и натриевых солей лигносульфоновых кислот (ЛС-Na) в процессах очистки сточных вод от микрогетерогенных примесей и ионов тяжелых металлов.

Установлено, что применение исследуемого ПЭК интенсифицирует процесс очистки сточных вод от взвешенных веществ в сравнении с гомополимером, уменьшая расход последнего на 20-50%. Остаточное содержание ПДМДААХ в очищенной воде в 4-10 раз ниже при его использовании в виде ПЭК.

Максимальная сорбционная емкость полиэлектролитного комплекса для ионов никеля составляет 0,75 мг-экв/г и 1,5 мг-экв/г для ионов меди. Очистка от ионов металлов с использованием ПЭК возможна в присутствии взвешенных веществ и растворенных органических веществ.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о достаточно высокой эффективности использования полиэлектролитных комплексов в процессах очистки сточных вод от микрогетерогенных примесей и ионов тяжелых металлов.

Н.И. Воробьев, О.Б. Дормешкин, Д.М. Новик

БГТУ, г. Минск

БЕЗОТХОДНАЯ КОНВЕРСИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ НИТРАТА КАЛИЯ НА БАЗЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО СЫРЬЯ

Новые технологии выращивания сельскохозяйственных культур в тепличном овощеводстве предъявляет принципиально новые требования к ассортименту и качеству минеральных удобрений. Введение основных питательных компонентов в составе так называемых питательных растворов предопределяет необходимость наличия в составе удобрений только водорастворимых соединений. Одним из перспективных видов удобрений для теплиц является нитрат калия. Среди известных способов получения нитрата калия наибольший интерес для условий республики Беларусь по мнению авторов представляет конверсионный метод, заключающийся в обменном взаимодействии между нитратом аммония и хлоридом калия, по реакции:



В качестве нитратсодержащего компонента возможно использование растворов нитрата аммония либо жидкого азотного удобрения типа КАС, в котором значительная часть азота присутствует в виде нитрата аммония, выпускаемых на Гродненском ПО “Азот”. Источником калия служит галургический хлорид калия ПО “Беларуськалий”.

С целью разработки безотходной конверсионной технологии получения нитрата калия авторами были проведены исследования по изучению влияния концентрации исходных растворов аммонийной селитры и КАС, а также соотношения реагентов на процесс конверсии и состав образующихся продуктов.

Готовый продукт представляет собой кристаллический осадок содержащий в своем составе 40-41% K_2O , 16-17% N и не более 1% Cl.

Отработанный конверсионный раствор после отделения нитрата калия содержит 26-28% N, 3-5% K_2O , и может использоваться в качестве жидкого комплексного удобрения типа КАС-К.

Таким образом, выполненные авторами исследования позволяют установить оптимальный режим проведения, обеспечивающий получение бесхлорного комплексного удобрения нитрата калия высокого качества. Показана возможность получения на базе отработанных маточных растворов жидких комплексных удобрений типа КАС-К с общим содержанием питательных веществ до 30%. Полученные результаты могут служить основой для разработки безотходной технологии получения бесхлорного водорастворимого комплексного удобрения - нитрата калия.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСПУБЛИКАНСКОЙ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ДЛЯ
ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ БЕСХЛОРНЫХ
КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ**

Одним из наиболее востребованных и перспективных видов комплексных бесхлорных удобрений, используемых в тепличных хозяйствах республики, являются фосфаты калия. Традиционная технология их получения основана на нейтрализации термической фосфорной кислоты гидроксидом или карбонатом калия. Производство этих продуктов в республике отсутствует. Цена импортируемого республикой фосфата калия составляет 1100-1300 \$ США, при ежегодной потребности в нем свыше 500 тонн, что приводит к существенному удорожанию сельскохозяйственной продукции.

Разрабатываемая технология получения фосфата калия основана на конверсии фосфата аммония хлоридом калия. Исходным сырьем являются экстракционная фосфорная кислота (УЭФК) или аммофос Гомельского химического завода и галургический хлористый калий ПО «Беларуськалий». В результате выполненных исследований установлен оптимальный технологический режим и разработана технологическая схема получения водорастворимых бесхлорных комплексных удобрений на базе сырья Республики Беларусь. Продукт представляет собой твердые растворы фосфатов аммония и калия переменного состава. Это совпадает с литературными данными и подтверждается результатами химического и рентгенофазового анализа. Готовый продукт содержит 50-55 % P_2O_5 ; 18-23 % K_2O ; 2,5-3,0 % N в аммонийной форме и 0,1-0,2 % Cl; водонерастворимые примеси отсутствуют.

Основные побочные продукты предлагаемой технологии - отработанный конверсионный раствор и осадок, полученный на стадии нейтрализации или выщелачивания, полностью утилизируются и используются для получения суспендированных жидких комплексных удобрений с различным соотношением питательных элементов.

Таким образом, разработанная технология является безотходной и малоэнергоёмкой. Ориентировочная себестоимость 1 тонны водорастворимых бесхлорных комплексных удобрений, полученных на базе отечественного сырья, в три раза ниже по сравнению со стоимостью импортируемого фосфата калия.

К.С. Матвеев, А.Н. Буркин, Е.А. Егорова

УО «Витебский государственный технологический университет», г. Витебск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ИСКУССТВЕННЫХ КОЖ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБУВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Образующиеся в обувной отрасли промышленные отходы оказывают значительную экологическую нагрузку на окружающую среду региона, в котором располагается предприятие. На среднем обувном предприятии в год образуется до 300-400 тонн отходов, которые ввиду своего сложного состава практически никак не перерабатываются, а утилизируются путем захоронения. В г. Витебске функционирует семь обувных предприятий и, поэтому, проблема утилизации отходов существует давно и привлекает пристальное внимание научных сотрудников университета.

Ранее была разработана технология и оборудование для переработки отходов пенополиуретана, которая используется на трех обувных предприятиях уже в течение шести лет, полностью перерабатывая до 80 тонн отходов в год. Сейчас исследования сконцентрированы на решение аналогичной проблемы, но уже касающейся переработки отходов искусственных кож.

Для рециклинга используется термомеханический метод, который реализуется посредством переработки предварительно измельченных отходов искусственных кож, на шнековых экструдерах. Экструдированная из формообразующей фильеры полоса гомогенизированного, термопластичного композиционного материала, находящаяся в вязко-эластичном состоянии прокатывается между гладильными валками. Хорошие физико-механические показатели (см. табл.) позволяют его использовать для изготовления промежуточных деталей обуви и в качестве подошвенного материала.

Подобный метод рециклинга может быть реализован на достаточно простом оборудовании, изготовление которого вполне по силам ремонтному цеху любого обувного предприятия. Внедрение технологии позволяет не только полностью перерабатывать отходы искусственных кож, но и изготавливать материалы, пригодные для использования в собственном производстве, что дает дополнительный экономический эффект.

Таблица

Показатели материал, метод рециклинга	Плотность, г/см ³	Твердость по Шору А	Предел прочности на разрыв МПа	Удлинение, %	Остаточное удлинение
Покрyтия ИК, химический	1,2	80 - 82	11,0	130	14
Отходы ИК термомеханич.	1,4	90 - 91	9,7	80	18
ПВХ пластикат (Россия)	1,18	75	11,7	110	16

К.С. Матвеев, Г.Н. Солтовец, А.К. Новиков, А.Н. Буркин

УО “Витебский государственный технологический университет”, г. Витебск

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОЛИУРЕТАНОВ

Полиуретаны являются одним из наиболее универсальных полимеров. На их основе получают абсолютно все известные типы материалов и изделий: наполненные, армированные, вспененные, ламинированные в виде плит, листов, блоков, профилей, волокон, пленок и т.д., практически во всех отраслях промышленности.

Широкое использование подобных полимеров приводит к образованию огромного количества отходов, которые оказывают отрицательное воздействие на окружающую среду. Известны разработки, касающиеся проблемы переработки отходов полиуретановых композиций методом термомеханической деструкции и пластикации с получением конечного продукта переработки в виде термопластичного материала. Недостатками подобных технологических процессов являются: необходимость применения специального оборудования, длительность и, соответственно, высокая себестоимость протекающих процессов. Кроме того, известные технологии неприменимы к переработке высокоинтегральных полиуретановых композиций, которые находят в последнее время все более широкое применение.

В процессе проведения исследований, осуществляемых в УО “ВГТУ”, был разработан процесс деструкции интегральных полиуретановых композиций, основанный на автокаталитическом характере протекания реакции, что приводит к ее значительному ускорению. Введение некоторых видов протонсодержащих деструктирующих агентов, например, глицерина, который увеличивает функциональность молекул полиуретана, ускоряет скорость протекания процесса автокаталитической деструкции на 10% и почти на 40°C снижает температуру реакции. Кроме того экологически безопасен и широко применяется в промышленности.

Однако в связи с достаточно высокой стоимостью глицерина снижалась экономическая эффективность процесса деструкции. Поэтому был разработан состав на основе абсолютно недефицитных и дешевых компонентов, применение которого позволяет повысить скорость протекания реакции термомеханической деструкции почти на 30%. Основным достоинством разработанной технологии является возможность осуществления процесса практически на любом экструзионно-шнековом оборудовании. Наиболее оптимальные результаты оказываются при использовании шнековых и дисковых грануляторов. Получаемый при переработке гранулят обладает отличными свойствами и может перерабатываться на стандартном литейном оборудовании.

К.С. Матвеев, А.Н. Голубев, А.В. Гусаков

УО “Витебский государственный технологический университет”, г. Витебск

ЭКСТРУЗИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РЕЦИКЛИНГА ОТХОДОВ

Экологическое положение территорий вокруг промышленных центров имеет явную тенденцию к ухудшению своего состояния за счет непрерывного загрязнения производственными отходами. Наиболее “значительный вклад” вносится легкой промышленностью, в которой следует выделить предприятия обувной отрасли. Необходимость переработки значительных объемов сырья, низкий коэффициент использования материалов, широкое разнообразие отходов, которые присутствуют не в “чистом” виде, а смешаны с другими материалами, все это вносит значительные сложности, которые возникают при попытке применить различные технологии рециклинга. На сегодняшний день говорить о какой-либо планомерной переработке отходов обувных предприятий не представляется возможным, при этом в качестве одной из главных причин называется отсутствие подходящих технологий и оборудования.

Вместе с тем, сотрудниками УО “ВГТУ” разработано несколько технологических процессов и изготовлено оборудование для осуществления рециклинга отходов предприятий легкой промышленности. Все это оборудование представляет собой экструзионные установки шнекового типа. На подобном оборудовании возможна реализация термомеханического метода рециклинга с получением продукта переработки в виде композиционных материалов и изделий. Основным рабочим органом подобных машин является шнек с нарезанной винтовой канавкой, в которой под действием высокой температуры и сдвиговых деформаций, обеспечиваемых приводом экструдера, предварительно измельченные отходы гомогенизируются, пластифицируются и продавливаются через формообразующую фильеру. Окончательный вид композиционному изделию придается посредством формообразующего механизма. Основным требованием, предъявляемым к перерабатываемым отходам, является наличие в их составе какого-либо термопластичного компонента. Термопластичный материал выполняет функцию полимерной матрицы, пространство которой заполнено частицами иных отходов. Практика показывает, что для получения качественного композиционного материала в его составе должно быть не менее 30% полимерного компонента.

Таким образом, при помощи экструзионного оборудования возможно осуществлять переработку отходов обувных предприятий практически на 90%, что позволяет получить значительный экологический эффект.

И.П. Козловская

Белорусская Государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ТЕПЛИЧНЫХ СУБСТРАТОВ**

Современные технологии выращивания овощных культур в условиях зимних теплиц предусматривают ограничение объема корнеобитаемой среды и подачу всех элементов минерального питания в растворенном виде через систему капельного полива. В качестве корнеобитаемой среды традиционно используется минеральная вата (гродан) или органические субстраты.

Минеральная вата в нашей стране не производится, ее приобретение и транспортировка требуют значительных валютных затрат, а отработанная минеральная вата практически не утилизируется. Органические субстраты, созданные на основе торфа, имеют ряд неоспоримых преимуществ: использование органических субстратов не требует валютных затрат и больших транспортных расходов, не создает экологических проблем. Более того, отработанный субстрат является прекрасным органическим удобрением и может быть использован для повышения плодородия естественных почв в открытом грунте и пленочных теплицах.

Но, в отличие от синтетических, органические субстраты, за счет интенсивной минерализации органического вещества торфа в условиях теплиц, утрачивают оптимальные физические свойства. Для стабилизации свойств субстрата целесообразно вводить в его состав органические добавки. Причем органическое вещество таких добавок по устойчивости к минерализации должно превосходить органическое вещество торфа.

Нами изучена возможность использования отхода сельскохозяйственного производства – костры льна – для улучшения физических свойств торфяных субстратов.

Введение в состав субстрата добавок костры льна обуславливают снижение зольности субстрата. Так, зольность торфяного субстрата после известкования 26,5%; субстрата с 20% добавкой костры льна – 24,2; с 35% – 20,7 и с 50% – 20,4%.

В соответствии с изменениями зольности изучаемых субстратов изменялись основные физические свойства. Причем динамика этих свойств зависела от доли добавки в составе субстрата.

Наиболее стабильными оказались плотность сложения, плотность твердой фазы и пористость у субстратов с зольностью около 20%, что соответствует 35% содержанию костры льна в составе торфяного субстрата.

Г.Н. Горбацевич

Республиканское унитарное научно-производственное предприятие
“Гродненский механический завод”, г. Гродно

**КОМПОЗИЦИОННЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА
ОСНОВЕ РЕГЕНЕРИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ
ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА**

Разработана технология рециклинга технологических отходов переработки композиционных материалов на основе политетрафторэтилена. Сущность технологии состоит в получении из некондиционных заготовок и отходов прессования композита армирующих длинномерных наполнителей в виде ленты. Армирующий наполнитель помещают в оптомерную матрицу типа синтетических или натуральных парафинов, формуют заготовки при температуре 323 ± 10 К. В состав оптомерной матрицы дополнительно входят сухие смазки (графит, дисперсные отходы переработки политетрафторэтилена, оксиды металлов и т.п.). Заготовки композиционного материала на оптомерной матрице целесообразно использовать в запорной арматуре, применяемой в технологическом оборудовании предприятий тепло-энергетики и водоснабжения, а также на предприятиях нефтехимического комплекса.

Для обеспечения эксплуатационных требований к запорной арматуре, необходимо применять уплотнительные комплекты, состоящие из 4-5 колец из композиционного материала на основе регенерированного ПТФЭ. Герметизация уплотнительного узла арматуры обеспечивается усилием затяжки грундбоксы, достаточным для формирования граничного слоя, адекватно отображающего микрогеометрию сопряженной металлической детали. Применение оптомерной матрицы в композите позволит при сравнительно небольших усилиях затяжки обеспечивать надежную герметизацию как подвижного, так и неподвижных сопряжений арматуры. Армирующий наполнитель из композиции на основе ПТФЭ формирует в уплотняемом объеме специфическую структуру с высокой прочностью на сжатие. Уплотнительные комплекты на основе регенерированного политетрафторэтилена (торговое название материала “Герметэкс”) могут быть использованы в арматуре, эксплуатируемой при давлении рабочей среды до 50 МПа и температурах до 373 К. Уникальная стойкость ПТФЭ к агрессивным средам обеспечивает надежность уплотнительного узла при транспортировании кислот, щелочей, растворителей, нефтепродуктов.

На РУНПП “Гродненский механический завод” осуществлена подготовка промышленного производства уплотнительных комплектов из материалов “Герметэкс” с годовым объемом до 50 тыс. комплектов в год.

**Р.А. Андреева, Г.Н. Абаев, В.Б. Халил, Т.А. Рудинская, И.А. Ельшина,
В.Б. Петкевич**

УО “Полоцкий государственный университет”, г.Новополоцк

**БИЗНЕС-ПЛАН КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ
ОРГАНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ (КПОО)**

О результатах НИР и НИОКР по КПОО мы докладывали на всех предыдущих конференциях в г. Гродно. В настоящий момент основной задачей разработки является создание типовой опытно-промышленной установки КПОО, успешное внедрение которой могло бы стать основой аргументированного распространения новой, отечественной технологии в РБ. В бизнес-плане показаны преимущества технологии КПОО перед другими известными методами утилизации органосодержащих отходов. Республика Беларусь располагает потенциалом 5-6 млн тонн условного топлива, которое может быть получено при переработке органосодержащих отходов леса, сельского хозяйства, бытовых, коммунальных, пищевых и отходов очистных сооружений.

Естественно, планируется региональное размещение установок КПОО, в местах образования отходов и потребления высококалорийного топлива.

Окупаемость типовой опытно-промышленной установки КПОО по расчетам составляет 2-3 года и достигается, в первую очередь, за счет реализации высококалорийного топливного газа, а также от продажи продукции теплиц, которая является естественным элементом комплексной переработки органосодержащих отходов, где на основной термической стадии – стадии термодеструкции образуются значительные количества горячей воды, используемой далее для обогрева теплиц.

Высокая эффективность достигается за счет относительной сложности КПОО, в которой присутствуют микробиологическая, термическая и механическая стадии. Наличие в составе КПОО нескольких взаимосвязанных стадий, высокие технико-экономические показатели, меньшее по сравнению с другими методами переработки органосодержащих отходов количество вредных выбросов обеспечивает 100 %-ую утилизацию органики и возвращение в природу отходящих потоков с характеристиками близкими к окружающей среде. Пирогаз, полученный на стадии термодеструкции КПОО, по составу близок к полученному при пиролизе легкого нефтехимического сырья и поэтому может быть использован не только как высококалорийный газ, но и как сырье для нефтехимии.

Бизнес-план составлен в соответствии с методическими указаниями, утвержденными приказом председателя ГКНТРБ от 20.05.97 г.

Е.И. Марукович, С.Р. Чудаков

ГНУ «Институт технологии металлов НАН Беларуси», г. Могилев

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ
ОТХОДОВ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ**

В ГНУ «ИТМ НАН Беларуси» разработан технологический процесс и оборудование для переработки отходов меди и ее сплавов в высококачественные непрерывнолитые заготовки. Технологический процесс включает в себя стадию первичной обработки отходов, металлургического переплава и непрерывного горизонтального литья. Разработанная технология позволяет выполнять заказы как для предприятий республики, так и за рубеж.

Для фирмы ООО «Битек», (г. Екатеринбург) из материала заказчика институт отливает 3-5 тонн в месяц непрерывнолитых прутков \varnothing 32,2 мм и 34,2 мм из БрОЗЦ7С5Н1. Ниже приведены два варианта шихты, которые показывают, как может меняться количество и вес составляющих в зависимости от поставляемого сырья. Плавку бронзы осуществляли в печах ИСТ-0,16 с графитовым тиглем.

Шихта № 1: стружка (отходы бронзы БрОЗЦ7С5Н1) 90 кг; отходы меди 40 кг; отходы нейзильбера 6,5 кг; отходы латуни Л 63 5,2 кг; олово 3,2 кг; цинк 6,6 кг; свинец 6 кг, всего -157,5 кг

Шихта № 2: отходы меди 127,2 кг, никель 1,8 кг; олово 5,2 кг; цинк 15,4 кг; свинец 7,9 кг; всего - 157,5 кг.

Согласно ГОСТ 24301-93 механические свойства для бронзы БрОЗЦ7С5Н1 должны соответствовать следующим значениям: временное сопротивление разрыву (σ_b), МПа - не менее 220; относительное удлинение (δ), % - не менее 20; твердость по Бринеллю (НВ), МПа - не менее 650. Временное сопротивление разрыву и относительное удлинение контролировали на образцах, изготовленных согласно ГОСТ 1497-84, а для определения твердости отрезали образцы из непрерывнолитых прутков толщиной 10 мм

Проведенные испытания показали высокие механические свойства бронзы Бр ОЗЦ7С5Н1, выплавленной как по шихте № 1, так и по шихте № 2. $\sigma_b = 255-260$ МПа, $\delta = 31-34\%$, НВ = 780-840 МПа.

Применение возврата производства в качестве основной составляющей шихты при выходе годного 92-94% показывает, какие резервы можно задействовать, используя достижения отечественной науки.

И.А. Малютина, А.Г. Коган

УО “Витебский государственный технологический университет”, г. Витебск

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СМЕШАННОЙ ПРЯЖИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ВОЛОКОН

В настоящее время в связи с дефицитом натурального сырья для текстильной промышленности, с требованием постоянного обновления ассортимента изделий и повышением его разнообразия, возникает важная научно-техническая проблема создания новых высокопроизводительных технологических процессов получения пряж с использованием различных комбинаций натуральных и химических волокон.

Особое место на современном этапе развития сырьевой базы для текстильной промышленности принадлежит полипропиленовым волокнам и нитям, имеющим сегодня высокий спектр потребления – от уникальных медицинских изделий до товаров крупномасштабного спроса.

Полипропиленовые волокна и нити обладают рядом специфических свойств, не присущих другим синтетическим волокнам: их сравнительно легко переработать; они обладают относительно низким удельным весом – 0,95 г/см³, то есть легче воды; прекрасной устойчивостью к различным химикатам, кислотам, щелочам; хорошей стойкостью к истиранию; высокой изоляционной способностью; гидрофобностью (изделия из полипропиленовых волокон не требуют сушки); инертностью к воздействию микроорганизмов; высоким фитильным эффектом и др.

Другим важным преимуществом является относительная доступность и сравнительная дешевизна сырья.

Полипропиленовые волокна и нити до настоящего времени не нашли достаточно широкого применения в текстильной промышленности РБ.

Внедрение полипропиленовых волокон в шерстяную и хлопчатобумажную промышленность РБ даст возможность значительно расширить ассортимент пряж и технических изделий без существенных капитальных вложений. При этом значительно снизится материалоемкость изделий, повысятся их потребительские свойства, что обеспечит значительное сокращение потребления ресурсов.

На текстильных предприятиях Республики Беларусь будет освоен выпуск пряж, нитей и широкий ассортимент изделий с использованием полипропиленовых волокон.

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОСТАВА СМЕСЕЙ ВОЛОКОН

В настоящее время перед текстильной промышленностью стоит важная задача по разработке ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих наиболее эффективное использование сырья. Современное состояние сырьевой базы текстильной промышленности характеризуется нестабильностью свойств используемого сырья. В связи с появлением ряда новых видов синтетических волокон и дефицитом натурального сырья возникает необходимость разработки новых смесей. При этом не всегда возможно использовать существующие модели и рекомендации при проектировании составов смесей, физико-механических свойств пряж и готовых изделий. В то же время известно, что стоимость исходного сырья составляет большую часть себестоимости пряжи. В этих условиях экономное использование сырья при достижении требуемых качественных характеристик пряжи является необходимым для обеспечения конкурентоспособности отечественных текстильных изделий.

Разработанная методика позволяет проектировать состав смесей, включающих практически любые виды текстильных волокон, для производства одно-, двух- и трехкомпонентных пряж. При проектировании состава смеси необходимо стремиться к минимизации себестоимости пряжи при соблюдении ограничений, накладываемых на физико-механические ее свойства. В качестве главного показателя, характеризующего качество пряжи, в методике используется ее относительная разрывная нагрузка, а при незначительных изменениях могут быть применены также разрывное удлинение, коэффициенты вариации по разрывной нагрузке и удлинению. Кроме проектирования состава смеси методика позволяет также определять значение крутки, необходимой для достижения требуемой прочности пряжи. Снижение крутки пряжи позволяет повысить производительность прядильных машин и уменьшить расход основных ресурсов на единицу массы пряжи.

Разработанная методика может быть использована при разработке нового ассортимента пряж и технических условий на них, а также в системах автоматического проектирования технологических процессов прядильного производства.

Н.В. Скобова, А.Г. Коган

УО “Витебский государственный технологический университет”, г. Витебск

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕКСТУРИРОВАННЫХ НИТЕЙ МАЛОЙ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ

В настоящее время перед текстильными предприятиями Республики Беларусь стоит важная задача по разработке ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих наиболее эффективное использование сырья. Современное состояние сырьевой базы текстильной промышленности характеризуется нестабильностью свойств используемого сырья, появлением ряда новых видов синтетических волокон и дефицитом натурального сырья, которое за исключением льняного волокна является импортным, что приводит к необходимости замены хлопковых, шерстяных и льняных волокон химическими.

На кафедре “Прядение натуральных и химических волокон” разработана технология получения текстурированных нитей нагонным способом формирования линейной плотностью 15-30 текс. В качестве исходного сырья используются все виды комплексных химических нитей (полиэфирные, полиамидные, ацетатные, вискозные и т.д.). Путем воздействия на химические нити потока сжатого воздуха внутри аэродинамического устройства происходит процесс их деформации, основанный на образовании дуг и петель на поверхности сформированной нити. Наибольший эффект пористости текстурированной нити достигается при использовании в качестве стержневого компонента полиэфирной высокоусадочной нити. После текстурирования нити подвергаются влажно-тепловой обработке: небольшие петли нагонного компонента в процессе термообработки увеличиваются и надежно закрепляются в стержневой нити за счет усадки последнего. Стержневая высокоусадочная нить укорачивается, увеличиваясь в диаметре, разрыхленные элементарные нити нагонного компонента образуют дополнительные дуги, а высота ранее образованных петель увеличивается.

Разработка технологического процесса получения текстурированных нитей малой линейной плотности и последующее внедрение этой технологии на белорусских текстильных предприятиях является актуальной задачей, решение которой даст возможность улучшить качество соответствующей части продукции текстильных предприятий, снизить материалоемкость изделий и расширит их ассортимент без существенных капитальных вложений.

ПНЕВМОТЕКСТУРИРОВАННЫЕ ВЫСОКООБЪЕМНЫЕ НИТИ

На кафедре “Прядение натуральных и химических волокон” разработан новый ассортимент неоднородных пневмотекстирированных нитей линейной плотностью 30 – 160 текс с использованием в качестве стержневого компонента полиэфирной высокоусадочной нити, в качестве нагонного компонента – искусственные комплексные нити (ацетатные, вискозные). Пневмотекстирированные нити получены нагонным способом на модернизированной прядильной машине ПТМ-225 с использованием аэродинамического устройства с одним каналом подвода воздуха.

Основным процессом в производстве пневмотекстирированных высокоусадочных нитей является процесс релаксации высокоусадочного компонента и повышение объемности нити в условиях влажно-тепловой обработки.

В зависимости от вида текстильной продукции, в которую перерабатывается нить, процесс повышения объемности проводится двумя способами: термообработка нити, термообработка ткани или трикотажного полотна. Для того чтобы релаксационные процессы протекали нормально, необходимо освободить высокоусадочную нить, а, следовательно, и изделия из нее от всех внешних напряжений и предусмотреть свободное пространство для их усадки. Выбор оптимальных технологических параметров процесса термообработки для достижения наилучшего эффекта высокообъемности и усадки, зависит от сырьевого состава, линейной плотности и способа термообработки.

Технология получения пневмотекстирированных высокоусадочных нитей базируется на существующем парке прядильных машин без создания нового дорогостоящего оборудования с использованием новых видов текстильного сырья, в частности комплексных высокоусадочных нитей, полученных способом физической модификации.

Основным достоинством комбинированных высокообъемных нитей является то, что изделия из них обладают улучшенными потребительскими и эксплуатационными свойствами, что достигается при одновременном снижении материалоемкости и без существенных капитальных вложений. Использование высокообъемных нитей в производстве текстильных материалов является экономически выгодным процессом.

¹H. Louis, ²В.П. Ставров, ³А.И. Свиридён

¹Hannover Institut fuer Werstoffkunde, г. Ганновер

²Белорусский Государственный технологический университет, г. Минск

³Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения
НАН Беларуси, г. Гродно

О ПРИМЕНЕНИИ WATER JET ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОТ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ

Использование воздействия высоконапорной (до 400 МПа) водной струей, в т.ч. содержащей твердые частицы, на различные материалы широко применяется при добыче угля и других ископаемых, разрезке твердых и мягких тел в машиностроении и медицине), подготовке поверхностей к покрытиям и т.д. В последние годы возник интерес к применению этой технологии в процессах рециклинга, в частности, очистке металлических поверхностей от различных, в т.ч. полимерных, покрытий. Рециклинг путем водно-капельной эрозии имеет большие преимущества перед механическими и химическими методами удаления покрытий, среди которых главными являются: экологическая чистота, высокая управляемость процесса, сохранение свойств подложки.

В докладе приводятся результаты аналитических и экспериментальных (с использованием растровой и атомно-силовой микроскопии, динамических методов моделирования единичных воздействий капель и механических испытаний и др.) исследований процесса воздействия высоконапорной водной струи в зависимости от технологических параметров (давление и скорость струи, размеры сопла и его удаление от обрабатываемой поверхности) и механических свойств покрытия.

Работа выполняется в рамках международного проекта № 268 программы INTAS.

Н.А. Кирдяшкина

УО “Белорусский государственный технологический университет” г. Минск

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ХИМИЧЕСКИ СТОЙКИХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Устойчивость керамического материала к агрессивным средам зависит прежде всего от его фазового состава и степени спекания керамического черепка, температуры термообработки опытных образцов, а также от концентрации воздействующих химических реагентов. Потребность в химически стойких керамических материалах в Республике Беларусь удовлетворяется за счет импорта из стран СНГ.

Целью данного исследования явилось изучение возможности полной или частичной замены привозных высококачественных сырьевых материалов на местные для получения химически стойких керамических изделий, что позволит отказаться от использования импортного дорогостоящего сырья, а также повысит их конкурентную способность за счет снижения себестоимости.

Основным сырьевым материалом для изготовления химически стойких керамических материалов служат огнеупорные и тугоплавкие спекающиеся глины умеренной и высокой пластичности, не содержащие в повышенных количествах вредных примесей в зернистом состоянии (сидерита, известняка, гипса и др.).

В качестве добавки исследовались гранитные отсева, образующиеся при обработке строительного камня на Микашевическом ГОКе, а также лом огнеупорных шамотных изделий. Разработаны составы химически стойких керамических масс, которые удовлетворяют требованиям, предъявляемым к химически стойким керамическим изделиям, на основе глин месторождений “Городок” (Гомельская область) и “Туровское” (Брестская область), огнеупорного лома и гранитных отсеков.

Проведенные исследования позволили установить возможность частичной или полной замены высококачественных импортных глин на полиминеральные глины РБ. Оптимальные составы масс для изделий содержат глинистое сырье в количестве 50-70 мас.%. Полученные после обжига при температуре 1000-1100°C, образцы имеют водопоглощение 6-8%, механической прочностью при сжатии 30-33 МПа, химическую стойкостью к 35% NaOH - 95-97%, к концентрированной серной кислоте - 98-99 %.

Проведенные исследования подтверждают возможность использования местной глины, гранитных отсеков и шамотного лома для изготовления химически стойких керамических материалов.

Е.М. Дятлова, Р.М. Маркевич, Е.С. Какошко, В.А. Бирюк

УО “Белорусский государственный технологический университет”, г. Минск

ПРИМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КЕРАМИЧЕСКИХ МАСС С ЦЕЛЬЮ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ

Одним из эффективных методов улучшения качества керамических масс, используемых в производствах керамической промышленности, является их обработка биологическим препаратом – силикатными бактериями.

Целью работы явилась разработка технологических параметров биологической обработки керамических масс для производства кирпича и изделий художественно-бытового назначения с повышенными качественными показателями, при снижении количества брака, уменьшении материальных и топливно-энергетических затрат.

Для исследования использовали керамические массы на основе глинистого сырья РБ, используемого в производстве керамического кирпича (Обольский керамический завод) и керамических изделий художественно-бытового назначения (ОАО “Белхудожкерамика”).

Биологическим реагентом для обработки керамических масс служили бактерии *Bacillus mucilaginosus*, полученные на агаризованной питательной среде и характеризующиеся наибольшей активностью в разрушении алюмосиликатных пород.

В результате проведения исследований установлено суммарное количество силикатных бактерий, действие которых приводит к получению максимального эффекта. Обнаружена взаимосвязь между исходным и суммарным количеством введенных в массы бактерий, продолжительностью биообработки, установлены закономерности, позволяющие управлять этим процессом во времени.

Биологическая обработка позволила снизить максимальную температуру обжига изделий, что приведет в последствии к сокращению расхода топлива и увеличению срока службы огнеупоров; уменьшить усадку изделий после обжига, что способствует большей стабильности их размеров, улучшению товарного вида продукции.

И.А. Левицкий, С.А. Гайлевич, В.А. Бирюк, Ю.А. Климош

УО “Белорусский государственный технологический университет”, г. Минск

ПЛОТНОСПЕКШИЕСЯ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАССЫ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОБЖИГА ДЛЯ БЫТОВОЙ КЕРАМИКИ

В последние годы актуальной задачей производства плотнospекшейся керамики остается разработка составов масс, а также технологии получения изделий хозяйственного назначения с показателями водопоглощения менее 5% при использовании местного глинистого сырья и низкотемпературных режимах обжига (1000-1050°C).

В данной работе исследовали возможность интенсификации спекания и снижения температуры обжига керамических масс на основе полиминеральных глин Беларуси. С этой целью использовали влияние ряда флюсующих материалов - нефелин-сиенит и бороалюмосиликатное стекло, а в качестве минерализаторов спекания - MnO_2 и NaF .

В ходе эксперимента установлено, что наибольшая степень спекания достигается при температуре 1000 °C, значения водопоглощения составляют при этом 0,7-5,3%, пористости – 1,8-7,6%, плотности – 2600-2880 кг/м³. Наблюдается улучшение указанных выше показателей при введении 1% MnO_2 .

Рентгенофазовым анализом выявлено, что образцы оптимальных составов в качестве основной кристаллической фазы содержат анортит ($Ca[Al_2Si_2O_8]$), который формируется при температуре около 950°C. Для масс,

содержащих более 5% Fe_2O_3 , характерно наличие гематита ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) и эгирина ($\text{NaFe}[\text{Si}_2\text{O}_6]$).

На основании выполненных исследований установлено, что добавка флюсующих добавок и минерализаторов в массы на основе местного глинистого сырья приводит к снижению температуры обжига керамических изделий до 1000-1050 °С по сравнению с существующей технологией высокотемпературного синтеза плотносспекшихся материалов (1200°С и более).

Применение комплексного плавня и минерализаторов спекания керамических масс способствует значительному снижению температуры обжига и водопоглощения изделий, обеспечивая максимальную водонепроницаемость. Составы масс и технология получения плотносспекшихся керамических материалов внедрена на ОАО “Белхудожкерамика”.

И.А. Левицкий, О.В. Кичкайло

УО “Белорусский государственный технологический университет”, г. Минск

ЛЕГКОПЛАВКИЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ГЛАЗУРИ

Кристаллические глазури – покрытия высокой декоративности, которая обеспечивается образованием на поверхности крупных кристаллов, которые хорошо различимы визуально. Все известные составы кристаллических глазурей требуют значительной продолжительности процессов термообработки (16-24 ч), проводимых по специальным режимам выдержки при нагреве и охлаждении, что ограничивает широкое использование покрытий из-за тщательной выдержки при соответствующих режимах.

Целью исследований является разработка легкоплавких нефритованных кристаллических глазурей, обжигаемых по сокращенному режиму обжига.

Поставленная цель решалась системным исследованием свинцовых хромсодержащих глазурных шихт с добавками оксидов-модификаторов, способных обеспечить интенсивную кристаллизацию хроматов свинца.

Сырые глазури готовились путем совместного мокрого помола всех составляющих до остатка на сите № 0063 в количестве 0,2 %. Суспензию наносили на керамические образцы, прошедшие утильный обжиг, и подвергали обжигу в электропечи при температуре 900 - 920°С с выдержкой при максимальной температуре 0,5 ч с последующим естественным охлаждением.

Кристаллические глазури характеризуются наличием крупных кристаллов, размеры которых составляют от 15 до 22 мм. Кристаллы хаотично расположены на красно-коричневом фоне глазурного стекла и имеют металлический блеск с зеленоватым отливом. По структуре глазурное покрытие напоминает морозный узор на стекле.

Рентгенофазовым анализом установлено, что кристаллической фазой указанных глазурей является рутил TiO_2 и Pb_2CrO_5 .

Выдержка с целью формирования покрытия составляет 1-1,5 ч с последующим естественным охлаждением теплового агрегата, работающего в пе-

риодическом режиме обжига. Общая продолжительность процесса термообработки составляет 5-8 ч.

ТКЛР составов находится в пределах $(57-63) \cdot 10^{-7} \text{ К}^{-1}$. Определение цветовых характеристик глазурей позволила установить, что доминирующая длина волны соответствует красно-оранжевому цвету, чистота тона составляет 40-50%, блеск покрытий – 40-55%.

Глазури прошли промышленную апробацию в условиях ОАО “Белхудождкерамика” при декорировании пепельниц, вазочек, плакеток и других изделий декоративного назначения.

Е.М. Дятлова, С.Л. Радченко, В.А. Бирюк

УО “Белорусский государственный технологический университет”, г. Минск

ПОЛУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ ПОРООБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Известно, что применение тепловой изоляции снижает материалоемкость, экономит топливо и энергию, способствует интенсификации тепловых процессов.

Основные свойства теплоизоляционных материалов (теплопроводность, кажущаяся плотность, механическая прочность) зависят от характера их пористой структуры.

Отличительной особенностью теплоизоляционных материалов и изделий является их высокая пористость, существенно снижающая теплопроводность. На теплопроводность большое влияние оказывает вид пористой структуры материала, размер и форма пор. Лучшую теплоизоляционную способность имеют материалы с замкнутыми сферическими порами. С увеличением размеров пор и превращением их в открытые каналы ухудшаются теплозащитные свойства.

Керамическую матрицу образцов составили тугоплавкие глины белорусских месторождений и огнеупорный наполнитель, в качестве которого применяли каолин и шамот алюмосиликатный (бой огнеупорных изделий). С целью увеличения интервала порообразования и регулирования вида и количества пор использовали комбинации различных органических и минеральных выгорающих добавок (лигнин - торф, лигнин - доломит и сапрпель, который является естественной органоминеральной композицией).

Опытные образцы формовались пластическим методом, массу готовили по традиционной технологии с преимущественно сухой подготовкой сырьевых материалов, хотя допускается и использование сырья с природной влажностью. Отформованные образцы высушивались и обжигались при температурах 1050 - 1200°C. Подъем температуры осуществлялся со скоростью 200° в час, изотермические выдержки в течение 1 часа проводились при температуре 400°C (выгорание органики) и конечной температуре синтеза.

Проведенный эксперимент показал возможность получения теплоизоляционных материалов, обладающих следующими значениями свойств: коэффициент теплопроводности при 350°C - 0,42-0,54 Вт/м·К, плотность кажущаяся - 600-1100 кг/м³, предел прочности при сжатии - 6,5-15,5 МПа. Фазовый состав образцов представлен α-кварцем, анортитом и гематитом.

И.М. Терещенко, Г.И. Астровская, Н.И. Вилесик

УО “Белорусский государственный технологический университет”, г. Минск

**РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ ФАРФОРОВЫХ МАСС ДЛЯ
ПРОИЗВОДСТВА САНИТАРНОЙ КЕРАМИКИ СКОРОСТНОГО
ОБЖИГА**

Интенсификация процесса обжига керамических изделий, является одной из основных тенденций, обеспечивающей эффективность технологии их производства.

Усилиями инженеров-технологов продолжительность цикла обжига изделий санитарной керамики была снижена до 10 часов без существенной перестройки технологического процесса и изменения классического состава витриуса (тип используемой фарфоровой массы).

Однако, привычный состав витриуса должен быть модифицирован в случае применения скоростных режимов обжига (продолжительность цикла не более 5 часов) с тем, чтобы, во-первых, получить качественный продукт (водопоглощение не более 0,5), а, во-вторых, довести температуру обжига до уровня традиционной ($t_{\max} = 1200^{\circ}\text{C}$), к которой адаптированы составы глазурей, огнеприпас печей и обслуживающий персонал.

Исследованиями, проводимыми на кафедре технологии стекла и керамики показано, что существует ряд ограничений как при изменении содержания основных компонентов массы (каолин, глина, кварц, полевой шпат), так и по видам и содержанию вводимых модифицирующих добавок.

Одновременно установлено, что перспективным направлением, обеспечивающим интенсификацию процесса спекания масс типа витриус является повышение химической активности некоторых основных компонентов.

Усиления активности исходных компонентов можно добиться путем повышения тонины их помола. Это касается, в первую очередь, таких компонентов как кремнезем SiO_2 и полевые шпаты.

Проведенные эксперименты показали, что тонкое измельчение SiO_2 позволяет повысить его участие в образовании жидкой фазы и усилить, таким образом, действие полевого шпата. Более грубые зерна кремнезема должны быть сохранены в массе, обеспечивая поддержание ее термического расширения на уровне, необходимом для обеспечения термической согласованности в системе черепок - глазурь.

В ходе исследований получены составы фарфоровых масс, обеспечивающие в ходе 5-ти часового обжига (выдержка при максимальной температуре

в течение 15 мин) следующий уровень свойств опытных образцов:

- водопоглощение, % - 0,47
- прочность на изгиб, МПа - 42,0
- ТКЛР, $\alpha \cdot 10^7 \text{ K}^{-1}$ - 52,3

¹А.И. Вегера, ¹И.А. Ельшина, ²В.А. Петрова

¹УО «Полоцкий государственный университет», г.Новополоцк

²УО «Витебский государственный технологический университет», г.Витебск

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ДЕПАРАФИНИЗАЦИИ МАСЕЛ ПРИМЕНЕНИЕМ ТРИКОТАЖНЫХ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПТТФ

Процесс депарафинизации рафинатов РУП ПО «Нафтан» заключается в фильтровании их охлажденных растворов на барабанных вакуумных фильтрах с целью извлечения из рафинатов парафинов. В качестве фильтровальной перегородки в настоящее время используется фильтровальный материал фильтродиагональ (артикул 2074), производимый из хлопчатобумажного волокна в России. Особенностью данного материала является его высокое гидравлическое сопротивление и быстрая забивка, что негативно отражается на производительности вакуумных фильтров, качестве гача и частой периодичности промывок фильтровальной перегородки.

Новым направлением интенсификации данного процесса является создание трикотажных фильтроматериалов. В качестве фильтрующей перегородки в процессе депарафинизации рафинатов потенциальный интерес представляет полотно трикотажное техническое фильтровальное (ПТТФ, ТУ 40 БССР 02-53-90, группа М41). Материал ПТТФ – новое перспективное лавсановое трикотажное полотно, разработанное в Республике Беларусь в УО «Витебский государственный технологический университет» с использованием в качестве сырья волокон, производимых в республике. ПТТФ имеет низкое гидравлическое сопротивление и хорошо зарекомендовал себя при фильтровании различных дисперсных сред. По своим характеристикам материалы типа ПТТФ не уступают зарубежным аналогам.

Разработаны пригодные для процесса депарафинизации рафинатов производства масел РУП ПО «Нафтан» трикотажные фильтровальные материалы типа ПТТФ, обеспечивающие в сравнении с применяемой в настоящее время фильтродиагональю при одинаковой задерживающей способности на 15-50 % рост скорости фильтрования и на 16-60 % – скорости промывки, применение которых позволит повысить эффективность процесса депарафинизации за счет снижения содержания масла в гаче, улучшения условий промывки осадка, а также снижения энергопотребления процесса в целом.

Разработана техническая документация достаточная для производства опытной партии вышеуказанных полотен ПТТФ как на экспериментальном

опытном производстве УО «ВГТУ», так и на других трикотажных фабриках, располагающих необходимым оборудованием.

¹П.П. Колодич, ²И.М. Лабоцкий, ³Ю.М. Урамовский

¹ГУ «Белорусская МИС», пос. Привольный, Минский район

²БелНИИМСХ, г.Минск

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАГОТОВКИ КОРМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЛЯ УПАКОВКИ ПОЛИМЕРНЫХ РУКАВОВ И ПЛЕНКИ

Зависимость процессов заготовки кормов от погодных условий существенно снижается за счет применения новых «всепогодных» технологий, основанных на упаковке кормов в специальную синтетическую пленку или пластиковые рукава.

Наиболее широко применяются три способа заготовки консервированных сочных кормов с упаковкой в полимерные пленочные материалы: прессование сенажной массы в крупногабаритные тюки или рулоны с последующей индивидуальной обмоткой самоклеющейся синтетической пленкой, упаковка рулонов или крупногабаритных тюков в полимерный рукав, прием и упаковка измельченной сенажной или силосной массы в полимерный рукав.

УП «БелНИИМСХ» в содружестве с РУПП «Бобрыйсагромаш» разработан, изготовлен и прошел приемочные испытания комплекс машин для реализации упомянутых технологий в составе: упаковщика рулонов в полимерный рукав УПР-1, пресс-подборщика с предварительным измельчением массы и повышенной плотностью прессования ПРИ-Ф-145, устройства для индивидуальной обмотки рулонов самоклеющейся пленкой ОР-1, приспособления для погрузки рулонов ЗР-1, пресс-упаковщика измельченной сенажной и силосной массы УСМ-1.

При сопоставлении экономических показателей установлено, что использование полимерного рукава и упаковщика силосной массы УСМ-1 по сравнению с траншейным хранилищем позволяет снизить трудозатраты на 1 т сенажа в 1,8 раза, уменьшить расход топлива в 1,6 раза, прямые эксплуатационные затраты на 7 %, удельные капвложения в 2,7 раза, приведенные затраты на 13 %.

При сравнении с башенным хранилищем экономия удельных капвложений и приведенных затрат увеличивается практически вдвое.

Аналогичная тенденция наблюдается и при сопоставлении показателей технологических комплексов для заготовки кормов с использованием упаковщика рулонов УПР-1 и обмотчика рулонов ОР-1.

Внедрение новых технологий заготовки кормов в сельхозпроизводство с учетом увеличения продуктивности животных и сохранности кормов позволит получить годовой экономический эффект от 30. до 200 тыс.у.е.

С.М. Якушевич, Р. Бусловский

Завод экспериментальной продукции и технических услуг Политехники
Белостокской

**ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ОТХОДОВ ЛЕГКИХ МЕТАЛЛОВ**

Разработана новая технология, и выполнена техническая документация на изготовление литых деталей для пищевой промышленности, позволяющая сберечь до 30% чистого алюминия.

Особенность технологии заключается в том что в основу расплава в интервале температур 75..95°С добавляется от 30 до 40% отходов легких металлов. Для того, что бы очистить расплав от загрязнений дополнительно вводят рафинирующие (очищающие) вещества (их доля может составлять 5%). При этом происходит отделение загрязнений от основного состава, который снимается с поверхности расплава и удаляется. Таким образом, данная технология позволяет получать чистый металл для формирования деталей для пищевой промышленности.

Качество отливок полученных с использованием такой технологии не отличается от полученных из чистого металла отливок.

**Б.И. Петровский, П.И. Калининко, Б.А. Волков, В.Н. Чужов,
В.Н. Плескунов**

ЗАО “Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным
производством”, г. Солигорск

РУП ПО “Беларуськалий”, г. Солигорск

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ОТРАБОТКИ КАЛИЙНЫХ
ПЛАСТОВ СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С
ПОВЫШЕННЫМ ИЗВЛЕЧЕНИЕМ ЗАПАСОВ ИЗ НЕДР**

Низкий (около 50 %) уровень извлечения полезного ископаемого и значительные объемы добычи руды приводят к быстрому погашению запасов Старобинского месторождения. Из опыта разработки пластовых месторождений известно, что максимальное снижение потерь полезного ископаемого достигается при бесцеликовой выемке.

С учетом различных горно-геологических и горнотехнических условий залегания калийных пластов предлагаются четыре варианта бесцеликовой выемки:

- с поддержанием общего конвейерного штрека между очистными забоями смежных лав при селективной выемке пластов;

- с поддержанием восстановленного общего штрека в выработанном пространстве отстающей лавы с охраной его бутовыми полосами;
- с проведением выемочных штреков вприсечку (с целиком 3-4 м) к выработанному пространству;
- с выемкой межстолбового целика очистным комбайном отстающей смежной лавы.

Внедрение бесцеликовой выемки на Старобинском месторождении позволит значительно снизить потери полезного ископаемого в недрах и увеличить срок службы калийных рудников без дополнительных капитальных вложений.

А.Л. Поляков

ЗАО “Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством” г.Солигорск

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ И КЛАССИФИКАЦИИ ПОРОД КРОВЛИ ТРЕТЬЕГО ПЛАСТА СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ НА ОБРУШАЕМОСТЬ

РУП “ПО Беларуськалий” концерна “БЕЛНЕФТЕХИМ” - основной производитель калийных удобрений в Республике Беларусь. В настоящее время основным объектом разработки на месторождении является нижний пласт Третьего калийного горизонта (Третий пласт), с ним связано около 80 % запасов калийных руд.

Слоевая выемка пласта сложного строения (Третьего пласта) – основной вариант столбовой системы разработки. Вместе с положительными моментами такой технологии, слоевая выемка – это внезапные обрушения пород кровли пласта на забойную крепь и призабойное пространство лав нижнего слоя. С целью снижения вероятности подобных явлений были разработаны рекомендации по безопасной отработке нижнего слоя Третьего пласта на потенциально опасных участках, применение которых позволило снизить вероятность тяжелых последствий от интенсивных обрушений кровли.

В настоящее время проведены исследования геологического строения и прочностных свойств пород, слагающих кровлю Третьего калийного пласта. В результате проведенных исследований: разработана классификация пород непосредственной и основной кровли на обрушаемость (легкообрушаемая, среднеобрушаемая, труднообрушаемая); произведено районирование Третьего пласта по геологическому строению кровли и разделение его на участки опасные и неопасные по интенсивным обрушениям кровли; что в свою очередь позволило применять рекомендации по безопасной отработке более целенаправленно и обоснованно.

УДК 677.022

А.А. Баранова, А.Г. Коган, С.С. Гришанов

УО “Витебский государственный технологический университет”, г. Витебск

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЯЖИ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРХТОНКИХ ВОЛОКОН**

Использование в текстильной промышленности новых видов волокон представляет большой интерес. Полиэфирные микроволокна линейной плотностью 0,07-0,08 текс, выпускаемые Могилевским ПО “Химволокно”, появились на сырьевом рынке республики Беларусь недавно. Эти волокна значительно тоньше натуральных и обычных химических волокон, их переработка на существующем прядильном оборудовании связана с рядом трудностей и недостаточно изучена.

На кафедре “Прядение натуральных и химических волокон” УО “ВГТУ” разработана сокращенная технология подготовки сверхтонких волокон к прядению, которая позволяет исключить такие трудоемкие процессы как разрыхление, трепание и кардочесание волокон. Ленту из полиэфирных микроволокон получали путем штапелирования жгутов на ленточной штапелирующей машине ЛРШ-2-40. Смешивание полиэфирных микроволокон с другими видами волокон целесообразно осуществлять на ленточных машинах.

Совместно с Гродненским РУПП “Тронитекс” разработана сокращенная технология производства хлопкополиэфирной и полиэфирной пряжи линейной плотности 10-20 текс пневмомеханическим способом прядения с использованием сверхтонких волокон. Исследован процесс формирования пряжи на пневмомеханических прядильных машинах БД-200RNE.

Опытная партия хлопкополиэфирной пряжи линейной плотности 11,8 текс переработана в трикотажные полотна для бельевого ассортимента. Трикотажные изделия обладают рядом положительных свойств и имеют мягкий гриф.

УДК 635.5:66.0431

М.И. Кузьменков, С.В. Плышевский, Н.Г. Стародубенко, И.В. Бычек

УО “Белорусский государственный технологический университет”, г. Минск

**ПЕРИКЛАЗОШПИНЕЛИДНЫЕ ОГНЕУПОРНЫЕ БЕТОННЫЕ
МАССЫ ХОЛОДНОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ ИЗ ВТОРИЧНЫХ
ОГНЕУПОРОВ НА ФОСФАТНОМ СВЯЗУЮЩЕМ**

На предприятиях промышленности строительных материалов, в частности производства цемента, извести при выполнении футеровочных работ высокотемпературных зон вращающихся печей образуется свыше 1000 тонн вторичных огнеупоров, которые не используются и вывозятся в отвал. Все

они в зависимости от вида изделий содержат в своем составе 9-11 % токсичных оксидов хрома и создают опасность загрязнения окружающей среды в регионе.

Ранее, ввиду высокой ценности этих отходов потребители осуществляли сбор отходов указанных огнеупоров и возвращали их заводу-изготовителю в зачет поставки новых огнеупоров. Вторичные огнеупоры подвергались дроблению, фракционированию и последующему использованию в качестве заполнителя (до 70%) в новых огнеупорах.

На кафедре химической технологии вяжущих материалов БГТУ выполнены исследования по разработке составов огнеупорных материалов на фосфатных вяжущих композициях. Отличительной особенностью указанных огнеупоров является их высокая термостойкость и холодное отверждение на стадии изготовления, что обеспечивает существенное снижение энергозатрат и, в конечном итоге, конкурентоспособность по сравнению с шамотными огнеупорами.

Основные физико-механические свойства разработанных огнеупорных материалов: срок жизнеспособности бетонной массы - до 40 мин; время холодного отверждения на жидком фосфатном связующем - 1-2 часа; предел прочности при сжатии образцов - до 100 МПа.

УДК 541.127:541.138.2:661.2:661.666.2.

И.И. Курило, И.М. Жарский

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

ИЗВЛЕЧЕНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ПРОДУКТОВ СИНТЕЗА АЛМАЗОВ

В процессе синтеза алмазов возникает проблема извлечения алмазов из продуктов синтеза, так как не весь графит переходит в алмаз, и, кроме того, в продуктах синтеза присутствуют металлы-катализаторы. Обычно синтетические алмазы извлекают из реакционной смеси в три этапа: первый включает растворение металлической составляющей, на втором удаляют неперекристаллизовавшийся графит, на третьем – кремний и его соединения. Растворение металлической составляющей осуществляется преимущественно воздействием различных минеральных кислот, солей и их смесей. Эти способы, хотя и обеспечивают достаточно высокую степень извлечения металлов из продуктов синтеза, имеют существенный недостаток: в процессе обработки полностью безвозвратно теряются металлы-катализаторы.

С целью разработки технологии очистки синтетических алмазов от продуктов синтеза, предусматривающей извлечение металлов-катализаторов, были проведены электрохимические исследования поведения реакционных спеков при анодной поляризации в кислых окислительных и неокислительных средах.

Было установлено, что наименьшей коррозионной устойчивостью продукты синтеза обладают в присутствии окислителей NO_3^- , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, MnO_4^- . При анодной поляризации в этих средах наряду с процессом ионизации металлических составляющих спеков наблюдается процесс окисления графита. Повышение концентрации окислителей в растворе приводит к пассивации металлов и интенсификации процесса окисления углерода. Кроме того, в этих средах отсутствуют процессы катодного извлечения металлов, а в присутствии азотной кислоты на катоде происходит восстановление нитрат-анионов до высокотоксичных оксидов азота, что исключает регенерацию электролита и делает его использование экологически опасным.

При анодном растворении реакционных спеков в сернокислых и солянокислых растворах происходит ионизация металлических составляющих, а процесса окисления графита практически не наблюдается. Это позволяет использовать эти электролиты только для селективного удаления металлов-катализаторов и их извлечения, после соответствующей корректировки электролита, в виде катодных осадков.

Н.К. Лулева, А.М. Сафонова, И.А. Людчик

Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси, г. Минск

ПОЛУЧЕНИЕ АКТИВНОГО ДРЕВЕСНОГО УГЛЯ С РЕГУЛИРУЕМОЙ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРОЙ

Ранее нами разработаны составы импрегнатов древесины, позволяющие в процессе термической обработки дискретных частиц пропитанной ими древесины (опилки, стружки, отходы деревообрабатывающей промышленности) получать одностадийным нагревом до 700°C активный уголь с микропористой структурой. Угли в зависимости от температуры получения и состава импрегната характеризуются сорбционной емкостью по бензолу $0.49 \text{ см}^3/\text{г}$, парам воды $0.5 \text{ см}^3/\text{г}$, по йоду 0.53 г/г , ионообменной емкостью до 2.0 ммоль/г . Поскольку для широкого использования углей в химической и пищевой промышленности необходимы адсорбенты с различной пористой структурой, то представляло интерес провести исследование по выбору добавок к составу импрегнатов, которые позволяли бы получать продукты с заданной пористой структурой.

Решение поставленной задачи может обеспечиваться введением в состав импрегнатов, интенсифицирующих дегидратацию и углефикацию целлюлозы, добавок из числа солей, выделяющих на стадии формирования угля различные газообразные окислители или являющихся катализаторами разложения угля.

Известно, что наиболее интересными с этой точки зрения могут быть соединения, содержащие ионы Zn^{++} , Fe^{+++} , Al^{+++} , NH_4^+ , а также SO_4^{--} , SO_3^{--} , CO_3^{--} , Cl^- , H_2O и др.

В качестве активных добавок к разработанным ранее катализаторам целлюлозы нами использовались FeCl_3 и ZnSO_4 в количестве 2.5-5.0 мас. %. Процесс получения активного угля осуществляли при нагреве пропитанных дискретных частиц древесины (опилок) в интервале 20-700°C.

В результате проведенной работы установлено, что введение в состав катализаторов добавок FeCl_3 , ZnSO_4 (в количестве не менее 4%) улучшает параметры пористой структуры активного древесного угля: сорбционный объем пор увеличивается по бензолу с 0.49 до 0.66 $\text{см}^3/\text{г}$ (на 34%), по парам воды - с 0.50 до 0.78 $\text{см}^3/\text{г}$, удельная поверхность возрастает с 600 до 1000 $\text{м}^2/\text{г}$, ионообменная емкость растет с 2.0 до 2.5 ммоль/г, доля мезопор – на 10%, сорбция по йоду не изменяется и составляет 0.53 г/г, выход активного угля уменьшается на 8-10 мас. %.

Таким образом, в работе показана возможность получения активного древесного угля с регулируемой пористой структурой путем изменения состава импрегната.

Т.Я. Кашинская, Н.В. Шевченко

Институт проблем использования природных ресурсов и экологии
НАН Беларуси, г. Минск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ МЕТАЛЛОВ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

В республике Беларусь имеется масса промышленных отходов, которые могут быть использованы как сырье для получения металлов. Так, отход переработки апатитового сырья на Гомельском химическом заводе – фосфогипс – содержит до 0,5% редкоземельных элементов и 2,4% стронция, что в соответствии с требованиями, предъявляемыми к рудному сырью, является техногенным редкоземельно-стронциевых месторождением. Отходы и отслужившие срок изделия электронной и электротехнической промышленности содержат в своем составе драгоценные и цветные металлы. Представляет экономический и экологический интерес извлечение свинца из отработанных гальванических элементов, тяжелых и цветных металлов из бумажной макулатуры перед ее последующим использованием.

Применяемые в промышленности при добыче металлов выщелачивающие агенты являются с одной стороны дорогостоящими, а с другой – крайне вредными для окружающей среды.

В связи с вышесказанным нами разработаны реагенты, обладающие высокой растворяющей способностью по отношению к металлам, на основе щелочных и водных экстрактов торфа. Исследование выщелачивающей эффективности предлагаемых реагентов производили измерением содержания меди и свинца в растворах после обработки труднорастворимых соединений меди

(CuO) и свинца (PbCrO₄) методом настаивания в препаратах, полученных на основе торфа, в течение 2-14 суток. Для сравнения использовались гуминовые кислоты, предлагавшиеся ранее для выщелачивания золота и урана. Если гуминовые кислоты переводят в раствор медь до концентрации 30 мг/л, свинец до 20 мг/л, то нами разработанные препараты до 330 мг Cu/л и до 100 мг Pb/л.

Г.А. Соколов, И.И. Подобедов, Н.С. Гаврильчик, Е.Н. Сосновская

Институт проблем использования природных ресурсов и экологии
НАН Беларуси, г. Минск

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ АСПЕКТЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УДОБРИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ И ТОРФА

В связи с сократившимися объемами добычи торфа в Беларуси, его доля в структуре органических удобрений резко снизилась в последнее десятилетие с 37% до 3%. Очевидно, что практика использования торфа в сельском хозяйстве нуждается в переориентации в сторону снижения объемов его применения, разработке и реализации ресурсосберегающих технологий по переработке торфа, созданию на его основе высокоэффективных и конкурентоспособных материалов, вовлечению в активный сельскохозяйственный оборот органических отходов.

В пользу необходимости реализации названных мероприятий также свидетельствуют факты, указывающие на то, что при сравнительно высоких рекомендуемых дозах внесения органических удобрений (60...80 т/га), низкого их качества и эффективности (окупаемость 1 т органических удобрений колеблется в пределах 20...35 к.ед.), высоких материальных затрат на их производство и применение, дефиците ГСМ, объемы их использования значительно уменьшились, что обусловило проявление тревожной тенденции по снижению содержания гумуса на пахотных землях 43 районов республики. Нормализация сложившейся ситуации и восстановление плодородия почв потребует в будущем огромных капиталовложений и материальных ресурсов.

Наши исследования показали, что за счет разработки и внедрения ресурсосберегающей комплексной технологии приготовления удобрительных смесей, включающей предварительную переработку методом вермикюльтивирования органических отходов животноводства, растениеводства и пищевой промышленности с последующей подшихтовкой небольших количеств торфа и балансирующей оптимальное соотношение элементов питания добавкой, возможно в 1,5 – 2 раза снизить расход торфа на приготовление новых органоминеральных удобрений, уменьшить примерно в 2 раза дозы их внесения, а также в целом снизить затраты на их производство и применение. Определены оптимальные соотношения макрокомпонентов (переработанные отходы, торф верхового и низинного типов) и балансирующих добавок в удобрительных смесях и составах питательных грунтов.

Т.И. Халапсина, И.И. Злотников, В.А. Смуругов, С.Ф. Селицкий

Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого
НАН Беларуси, г. Гомель

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ ГОМЕЛЬСКОГО ЖИРОВОГО КОМБИНАТА

В Беларуси, не имеющей достаточных природных запасов сырья и источников энергии проблема ресурсосбережения – важнейший аспект функционирования народного хозяйства. Цель работы - разработка на основе отходов масложировой промышленности новых экономичных технологических смазок (ТС), смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) и технических моющих паст (ТМП). Отходами при переработке растительных масел являются жировые гудроны и отработанная отбельная земля. Жировой гудрон является кубовым остатком дистилляции жирных кислот из продукта гидролиза растительных масел. Гудрон состоит из смеси предельных и непредельных жирных и оксигирных кислот ряда C_{10} - C_{24} , а также содержит их сложные эфиры. При контактной очистке растительных масел и саломаса в качестве адсорбента широко используют так называемую отбельную землю, представляющую собой либо природную бентонитовую глину, либо искусственные силикагели. После завершения цикла очистки адсорбент заменяют, а отработанная отбельная земля полностью идет в отвал. В промышленных условиях ее не регенерируют из низкой эффективности процесса. В то же время, отработанная земля, содержащая около 40% жира, может использоваться для приготовления различных моющих паст, так как содержащийся в ней жир является полноценным продуктом для синтеза мыл, а минеральный адсорбент – хорошим, мягким абразивом.

Для получения ТС в жировой гудрон вводили волокнистые полимерные материалы. При получении СОЖ, для перевода гудрона в водорастворимое состояние, его предварительно омыляли водным раствором щелочи. Основная часть жирных кислот, в процессе омыления переходит в натриевые мыла, хорошо растворимые в воде, но вместе с тем в составе омыленного гудрона всегда присутствуют неомыленные свободные жирные кислоты, определяющие высокие экранирующие и смазывающие свойства таких СОЖ.

Омыление жиров, входящих в отработанную землю, производили гидроксидом натрия. В качестве компонентов моющей пасты использовали поверхностно-активные вещества, эмульгаторы, умягчители, стабилизаторы, а также пигменты и отдушки.

Составы разработанных ТС, СОЖ и ТМП запатентованы и прошли успешную опытно-промышленную проверку на предприятиях Беларуси.

Е.Ф. Кудина

Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого
НАН Беларуси, г. Гомель

**КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ
МОДИФИЦИРОВАННОГО МИНЕРАЛЬНОГО СВЯЗУЮЩЕГО И
ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ**

В условиях роста дефицита сырьевых ресурсов становится все более актуальной проблема создания и рационального использования композиционных материалов на основе промышленных отходов, в частности, отходов древесины. Поэтому поиск новых решений рационального использования таких отходов диктуется не только потребительскими интересами, но и экологическими факторами. Кроме того, одним из перспективных направлений снижения объема потребления крупнотоннажных полимеров в промышленности при одновременном улучшении свойств композитов является путь создания материалов на основе недефицитных силикатов щелочных металлов, водные растворы которых – жидкие стекла – отличаются высоким уровнем вяжущих свойств, высокотермостойки, негорючи и нетоксичны.

Целью работы являлось разработка материала теплоизоляционного назначения на основе минерального связующего и целлюлозосодержащего наполнителя.

Экспериментально показано, что модифицирование жидкого стекла органическими реагентами (ЭД-20, органическими кислотами и спиртами) позволяет увеличить разрушающее напряжение в 2-3 раза. Исследовано влияние концентрации и температуры исходного раствора связующего на прочность и водостойкость формируемых композиций.

Разработаны технологические аспекты подготовки целлюлозосодержащего наполнителя. Установлено, что дополнительное упрочнение композиции достигается при обработке вводимого наполнителя раствором дициандиамида в этиленгликоле.

Показано, что наибольшее увеличение физико-механических свойств композиций достигается при использовании бинарного органоминерального связующего и модифицированного наполнителя с последующей обработкой СВЧ-излучением.

На основании проведенных исследований разработаны и оптимизированы составы теплоизоляционных материалов и технологические режимы получения изделий. Основные свойства теплоизоляционных материалов: разрушающее напряжение при изгибе – до 5,9 МПа, коэффициент теплопроводности – 0,2-0,4 Вт/м·К, плотность – 300-380 кг/м³.

**О.Н. Опанасенко, Л.В. Овсенко, Н.П. Крутько, А.В. Минин,
П.А. Говорко**

Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси, г. Минск

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ
УСТРОЙСТВА И РЕМОНТА ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ И ИХ
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ**

В Республике Беларусь, импортирующей до 90% топливно-энергетических ресурсов, проблема энергосбережения и снижения материалоемкости дорожных работ является задачей первостепенной важности. В рамках реализации Государственной программы “Дороги Беларуси” предусматривается решение этой проблемы путем внедрения в дорожно-строительный комплекс Республики в течение 1997-2005 гг. новых технологий производства и применения строительных материалов.

В работе представлены технико-экономические результаты применения в дорожном строительстве новых органических вяжущих, битумных эмульсий и модифицированных битумов, по следующим основным направлениям: устройство шероховатых слоев износа; производство гравийно-эмульсионных смесей для конструктивных слоев дорожных одежд с использованием местного бедного карьерного материала; повторное использование старого асфальтобетона совместно с эмульсией и композиционными вяжущими, использование эмульсии для гидроизоляции покрытий; производство и применение холодных складываемых смесей для ямочного ремонта, а также использование мембранной технологии для ремонта цементобетонных покрытий.

По сравнению с классическими технологиями внедрение новых технологий в течение пяти лет позволило сэкономить только по Минской области 151,7 тыс. м³ щебня и 9090 тонн битума, в том числе за 2001 год, соответственно, 33000 м³ и 2200 т. Кроме того, сэкономлено топливно-энергетических ресурсов: котельно-печного топлива — 1246 тонн условного топлива, электроэнергии — 2198.000 кВт/час, теплоэнергии — 706 гигакалорий.

Показано, что благодаря преимуществам указанных технологий затраты на их внедрение многократно окупаются. Так, например, для ПРСО «Минскоблдорстрой» затраты на научные разработки в 1997-2001 гг. составили 81645 долларов США, а отдача на каждый доллар, вложенный в науку, — 35,4 доллара.

Достигнутые результаты позволяют прогнозировать дальнейший рост использования битумных эмульсий и полимермодифицированных вяжущих при строительстве и текущем ремонте дорог. В частности, доля эмульсионных технологий в дорожном строительстве должна составлять 27-30%, в том числе 100% для устройства слоев сцепления, поверхностной обработки и ямочных ремонтов.

И.И. Курило, И.М. Жарский

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

ВСКРЫТИЕ АЛМАЗОВ ИЗ АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА В НИТРАТ-НИТРИТНЫХ РАСТВОРАХ

Основной задачей ресурсосбережения и рационального использования сырьевых ресурсов является разработка материалосберегающих экологически чистых технологий переработки промышленного лома и отходов. Для вскрытия алмазов из отработанного и некондиционного алмазного инструмента на основе бронзы в настоящее время широко используются растворы на основе азотной кислоты с различными добавками. Для снятия алмазосодержащего слоя на основе бронзовых связок со стальных кругов нами исследовались нитратные растворы с добавками нитрит-ионов. С целью оптимизации технологических параметров процесса, изучения специфических свойств ионов-окислителей и их участия в анодном процессе ионизации железа, меди и ее сплавов были проведены электрохимические исследования в области потенциала саморастворения и при анодной поляризации.

Установлено, что скорость растворения стали в высококонцентрированных нитрат-нитритных средах практически не зависит от состава электролита и плотности тока и составляет 0,004-0,014 г/(А·ч·см²).

Скорость ионизации меди и ее сплавов значительно возрастает при увеличении концентрации ионов NO₂⁻ и в области плотностей тока 1-10 А/дм² составляет 1,22-1,38 г/(А·ч·см²) для меди и 0,59-0,62 г/(А·ч·см²) для бронзовой связки. Использование нитрат-нитритных растворов предотвращает образование неустойчивых ионов Cu(I) и выпадение дисперсных порошков меди в объеме электролита. При анодном растворении оловянистой бронзы наличие нитрат-анионов способствует окислению олова до четырехвалентного состояния с образованием метаоловянной кислоты, агрегатированию коллоидных частиц этой кислоты и их выпадению в осадок. Введение в электролит комплексообразователей способствует образованию растворимых комплексов меди, выводит продукты растворения из зоны реакции и предотвращает солевую пассивацию бронзовой связки, не оказывая существенного влияния на скорость ионизации железа.

Таким образом, использование нитрат-нитритных растворов, содержащих комплексообразователи, позволяет извлекать алмазы из некондиционного и отработанного алмазного инструмента, не разрушая при этом его корпус.

Н.В. Рязанцева, А.Н. Волегова

ЗАО “Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством”, г. Солигорск

**ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СБОРНЫХ
БУНКЕРОВ В ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕПИ
ВНУТРИШАХТНОГО ТРАНСПОРТА**

Устойчивая работа очистных забоев с высокой нагрузкой обеспечивается не только рациональной эксплуатацией забойного оборудования, применением научной организации труда, но и в большей мере надежным функционированием всех звеньев общешахтного технологического комплекса, и в первую очередь внутришахтного транспорта.

Анализ работы очистного и транспортного оборудования на калийных рудниках РУП ПО “Беларускалий” показывает, что использование его в настоящее время еще очень низкое: панельных конвейеров 0,20-0,25, магистральных – не превышает 0,5; оборудования очистных забоев – 0,3 – 0,4 (лавы) и 0,60-0,65 (проходческо-очистные комплексы). Простой добычных участков из-за транспорта (включая подъем и дробление) в среднем на руднике 2 РУ составляет 17,0 %. На остальных рудниках ПО, где отсутствуют бункеры на магистральных линиях эта цифра достигает 35 – 40% и выше. Такая низкая степень использования оборудования в значительной мере объясняется отсутствием возможности непрерывной отгрузки руды. Низкая загрузка конвейеров также связана с большой неравномерностью грузопотоков. Это указывает на необходимость сооружения подземных складов в рудниках и их экономическое обоснование, особенно в настоящее время, когда с каждым годом увеличивается внедрение высокопроизводительных гидромеханизированных комплексов простои, которых наносят большие убытки производству.

Н.В. Рязанцева

ЗАО “Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством”, г. Солигорск

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АККУМУЛИРУЮЩЕЙ
ЕМКОСТИ КАЛИЙНОЙ РУДЫ**

Основными показателями экономической эффективности применения аккумуляющей емкости в транспортно-технологической цепи являются приведенные затраты и годовой экономический эффект. К дополнительным показателям относятся: производительность труда, технологичность схемы, качество добываемой руды, область возможного применения и др. Приведенные затраты представляют собой сумму текущих затрат и капитальных вло-

жений, приведенных к одинаковой размерности в соответствии с нормативом эффективности.

Эксплуатационные затраты определяются по полному кругу издержек процесса добычи (по участку) и транспортированию руды. При варианте в качестве капитальных затрат принимаются стоимость оборудования забоев и электрооборудования. При новом варианте – берутся дополнительно затраты на проведение выработок при сооружении бункера (склада), и оборудование монтируемое в бункере,

$$Q_6 = Q_1 + DQ, \text{ т/год}, \quad (1)$$

где Q_1 – объем годовой добычи комбайнами при отсутствии в системе аккумуляющей емкости, т/год; DQ – годовое увеличение добычи при установке аккумуляющей емкости в технологической цепи, т/год.

$$DQ_2 = Y (DK_{mi} \cdot B_i \cdot T), \text{ т/год}, \quad (2)$$

где DK_{mi} – увеличение коэффициента эксплуатационной готовности забоя при установке бункера; T – регламентированное время работы комбайна в год.

Г.Н. Рашеня

ЗАО “Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством”, г. Солигорск

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЦА НА РЕЖИМЫ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

В данной работе проведены экспериментальные исследования по установлению влияния степени затупленности резцов типа Д6.22 на значения составляющих сил резания при различных режимах разрушения.

Исследования проведены с резцом №1, проекция площадки затупления на плоскость резания которого равна 32,6мм² и резцом №2- равна 54,4мм². Обработкой осциллограмм записи усилий Z и Y при разрушений сильвинитового блока затупленными резцами типа Д6.22 установлено, что дисперсии средних их значений значительно выше, чем дисперсии средних значений Z и Y острым резцом. Точность полученных данных сил при разрушении острым резцом Д6.22 оценивается в пределах 5...7%, а при разрушении затупленными резцами - примерно 15%. Коэффициенты корреляции усилий Z и Y , с параметрами среза h и t для затупленных резцов изменяются в пределах примерно 0,4...0,5, что позволяет судить о зависимостях $Z(h,t)$ и $Y(h,t)$ только с качественной точки зрения.

Из анализа данных, следует, что степень затупления резцов значительно влияет на значения усилий резания Z . При увеличении степени затупленности резцов с 32,6мм² до 54,4мм² усилия резания Z возрастают на 11...60%. Причем в сравнении с острым резцом Д6.22 усилия резания возрастают примерно в 1,6...2,2 раза для резцов с $S3=32,6\text{мм}^2$, и в 1,7...2,8 раза для резцов с $S3=54,4\text{мм}^2$. Еще большее влияние оказывается на усилие подачи. Для резца №1 значения усилий подачи возрастают в 4...6 раз, а для резца №2 – возрастает до 10 раз.

Н.В. Прушак

ЗАО “Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством”, г. Солигорск

**СТРАТЕГИЧЕСКИЕ, ТАКТИЧЕСКИЕ И ОПЕРАТИВНЫЕ
ПРИНЦИПЫ КОРПОРАТИВНОГО ОРГАНИЗАЦИОННОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ**

Диалектика единичного, особенного и общего обуславливает необходимость выделения в системе управления крупной корпорации стратегических, тактических и оперативных принципов планирования ее деятельности в области ресурсосбережения. Выполненные исследования на базе компаний вертикально-интегрированного типа, в том числе и горно-химических, позволили выделить следующие стратегические принципы корпоративного организационного планирования в рассматриваемой области: формирование новых качеств персонала; осуществление адаптивных изменений в планировании; принцип рефлексивного планирования; развитие сектора информации и интеллектуальных услуг; развитие инновационных форм предпринимательства.

Выделение принципов корпоративного оперативного планирования ресурсосбережения призвано уточнить специфику оперативного среза планирования, его операций и процедур, дополняя таким образом тактический и стратегический срезы, характеризуемые общими и особенными принципами планирования, а именно: принцип креативного планирования; принцип парципативного планирования; принцип дискретности планирования; принцип планирования; принцип оперативного планирования развития системы управления.

Рассмотренные стратегические, тактические и оперативные принципы корпоративного планирования ресурсосбережения находятся в системной взаимосвязи, расширяя или сужая диапазон их применения в зависимости от состояния внутренней и внешней по отношению к компании среды. Их взаимодействие конкретизирует условия практического использования, определяя таким образом, содержание деятельности персонала по собственному развитию, включая организационные изменения компании.

Н.В. Прушак

ЗАО “Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством”, г. Солигорск

**ФОРМИРОВАНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ СТРАТЕГИИ
РАЗВИТИЯ ГОРНОХИМИЧЕСКОЙ КОМПАНИИ**

На базе ПО “Беларуськалий” выполнены исследования по структурированию цепей деятельности и направлений политики по формированию ресурсосберегающей стратегии развития крупной горнохимической компании.

В качестве основной цели для формирования ресурсосберегающей стратегии ПО “Беларуськалий” в настоящее время следует считать обеспечение сохранения производственного потенциала на основе проведения активной структурной политики, повышения эффективности производственной деятельности.

В качестве одного из основных направлений политики для формирования стратегии компании выделено, наряду с такими как сохранение объемов производства и рентабельных сырьевых запасов, повышение эффективности производственно-сбытовой деятельности. Это позволит существенно повысить производительность добычных комплексов, оборудования транспортировки и подъема руды, снизить удельные энерго- и материалозатраты, а также неблагоприятные для экологии и экономики региона факторы, такие как проседание почвы над шахтными полями, отчуждение и засоление земель сельскохозяйственного назначения, введение контроля и рационализации издержек производства, прежде всего в части материально-энергетических, транспортных и накладных затрат, уменьшение объемов “мертвых” производственных площадей и незавершенного строительства.

В целом, можно сделать вывод, что в ближайший обозримый период - 10-15 лет, снижение затрат и ресурсосбережение должны стать главными направлениями структурно-технологической политики ПО “Беларуськалий”.

В.И. Дубкова, О.Р. Юркевич, Н.П. Крутько

Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси, г.Минск

Институт механики металлополимерных систем НАН Беларуси, г.Гомель

РУЛОННЫЙ САМОКЛЕЯЩИЙСЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Применение полимерных материалов в значительной степени ускоряет прогресс в строительстве и архитектуре, так как их внедрение способствует разработке надежных конструкций и развитию индустриальных ресурсо- и энергосберегающих технологий. Повышение же эффективности и качества строительства находятся в прямой связи с совершенствованием гидроизоляционных работ и расширением ассортимента высококачественных, надёжных в эксплуатации гидроизоляционных материалов. Широко известен опыт использования плёночных материалов для целей гидроизоляции. Однако жёстко зафиксировать пленку на больших строительных поверхностях и в гидротехнических сооружениях представляет большую сложность, так как большинство клеящих составов, используемых для этих целей, не обладают достаточной адгезией к плёнке.

В данной работе предложено новое решение устройства оклеечной гидроизоляции при применении рулонного самоклеящегося материала МГС-2000, получаемого на основе полиолефиновой плёнки и герметика-адгезива. Разра-

ботанные новые виды герметизирующих клеевых составов обладают высокой клеящей способностью как к основным строительным материалам: бетону, полимербетону железобетону, пенобетону, дереву, штукатурке, кирпичу, металлу, - так и к полимерным материалам различной химической природы: полиолефинам, полиэфирам, полиэпоксидам, полиамидам, битумным мастикам. Благодаря высокой клеящей способности герметизирующего подслоя рулонный гидроизоляционный материал можно наносить на горизонтальные, вертикальные, наклонные поверхности с положительным и отрицательным углом наклона.

Рулонный самоклеющийся гидроизоляционный материал МГС-2000 готов к применению на строительных площадках без дополнительной подготовки и предусматривает использование традиционных технологий производства рулонной гидроизоляции строительных конструкций. Клеевой подслоя обеспечивает дополнительную защиту рулонному гидроизоляционному материалу в случае механического повреждения полиолефиновой плёнки, придавая ему, таким образом, дополнительные герметизирующие свойства. Проведенные испытания при использовании разработанного материала в качестве гидроизоляционной прокладки при ремонтных работ на объекте “Дом культуры” Центрального района г. Гомеля позволяют рекомендовать его для широкого применения не только в условиях ремонта, но и при строительстве зданий и сооружений.

Производство материала гидроизоляционного самоклеющегося МГС-2000 является безотходным и экологически чистым. В условиях применения и эксплуатации внутри помещений материал не выделяет вредные вещества в количествах, превышающих ПДК, и не оказывает вредного влияния на организм человека.

Пленочный рулонный гидроизоляционный материал с внутренним клеевым слоем из герметизирующего состава предназначен для устройства внутренней гидроизоляции санузлов, ванн, водно-спортивных и подземных сооружений, а также гидроизоляции межэтажных перекрытий.

В.Я. Полуянович

Учреждение образования “БГТУ”, г. Минск

**ОРГАНОВОЛОКНИТЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА И
ВОЛОКНИСТЫХ ОТХОДОВ ШИННЫХ И РЕГЕНЕРАТНЫХ
ПРОИЗВОДСТВ**

Развитие промышленного производства требует создания новых полимерных материалов с заданными свойствами, в первую очередь с повышенными прочностными характеристиками и невысокой стоимостью. Требуемое сочетание свойств может быть достигнуто созданием наполненных композитных материалов.

Полиэтилен обладает относительно невысокой прочностью, малой жесткостью и склонностью к ползучести. Для получения композитов конструкционного назначения на его основе целесообразно использовать волокнистые наполнители. При этом предпочтительно применять волокна органического происхождения. Наполненные ими термопласты должны обладать пониженным уровнем остаточных напряжений и, следовательно, им присуща большая эксплуатационная надежность по сравнению с материалами, содержащими волокнистые наполнители неорганической природы.

Объектом исследования служили наполненные композиты на основе полиэтилена. Наполнителями являлись волокнистые отходы вискозного и капронового корда, а также кордное волокно, получающееся при переработке изношенных автомобильных покрышек в регенерат. В качестве модифицирующих добавок использованы комплексное молекулярное соединение резорцина и уротропина и латекс, представляющий собой состав, включающий бутадиен-2-метил-5-винилпиридиновый латекс, бутадиеновый карбоксилсодержащий латекс и резорциноформальдегидную смолу в виде их смеси или индивидуальных продуктов.

Свойства органоволокнитов оценивали физико-механическими, реологическими и термическими показателями.

В.И. Матвеев, В.И. Инютин

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

О СНИЖЕНИИ МЕТАЛЛОЕМКОСТИ ИЗОЛИРУЮЩИХ СТЫКОВ

К недостаткам наиболее распространенной конструкции сборных изолирующих стыков с металлическими объемлющими накладками относится их высокая металлоемкость, так как вес двух накладок составляет 67,5 кг. Кроме того, боковая изоляция между рельсом и накладкой, изготовленная из полиэтилена или полиамида толщиной 3 мм, имеет незначительный срок службы. Применение двухголовых металлических накладок, изготавливаемых из стыковых накладок путем их острожки на 3 мм, позволяет снизить металлоемкость стыка на 21,5 кг, однако, срок службы изолирующего стыка при этом не увеличивается. Поэтому, с целью экономии металла, идущего на изготовление накладок и повышения срока службы изолирующих стыков, целесообразно применение вместо металлических полимерные полнопрофильные накладки. Во многих странах для этих целей используются накладки из модифицированного полиамида. Лабораторные исследования полиамидных накладок производства Словакии показали, что материал этих накладок имеет прочность при растяжении 69 МПа и ударную вязкость с надрезом - 8,9 кДж/м². Испытания на статическую нагрузку для стыка в собранном виде показали, что при нагрузке 200 кН прогиб рельсов составил 9 мм, что больше чем для стыка с двухголовыми металлическими накладками, который составляет 1,2 мм. Проведенные испытания трех вариантов полимерных накладок,

изготовленных одним из предприятий г.Гродно, при той же нагрузке показали, что прогиб неармированных прокладок составил 10,0 мм, а армированных- уменьшился до 6,4 мм. Следовательно, организация производства надежных полимерных накладок позволит не только сэкономить на каждом изолирующем стыке от 67,5 кг до 47 кг металла, но и увеличить срок службы изолирующих стыков.

УДК 261.891.88

Л.П. Майко, В.В. Мулярчик, О.С. Воронцова, Д.А. Хоняк

Институт проблем использования природных ресурсов и экологии
НАН Беларуси, г. Минск

КОНСЕРВАЦИОННАЯ СМАЗКА КС-У С АЛЬТЕРНАТИВНЫМИ ЗАЩИТНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

В соответствии с ГОСТ 9.014 для консервации изделий на периоды их транспортирования и хранения широко используется защитная пушечная смазка (ПВК) ГОСТ 19537, представляющая собой смесь, состоящую из минерального масла, петролатума, церезина, ингибитора коррозии.

Производство смазки ПВК в республике не организовано, поэтому для исключения необходимости ее импорта из России, на основе республиканского сырья была разработана аналогичная ей по назначению смазка КС-У.

В состав разработанной смазки вошли, в качестве основы - смесь остаточного минерального масла, экстракта селективной очистки, и петролатума ПО «Нафтан», а в качестве тугоплавкого компонента - отход низкомолекулярного полиэтилена ПО «Полимир».

Сравнительные исследования показали, что смазка КС-У превосходит ПВК по защитным свойствам в камере сернистого ангидрида и электролите. Кроме того, она имеет более высокую температуру каплепадения, и, как следствие, в условиях применения в жаркое время года лучше удерживается на вертикальных поверхностях и не загрязняет площадки хранения законсервированной техники.

Поскольку в составе смазки КС-У использованы отходы нефтехимического производства стоимость ее ниже стоимости ПВК, ранее экспортировавшейся из России.

Смазка производится НТПВО «ТОКЕМА», применяется на большинстве предприятий республики и экспортируется в Россию.

И.В. Дребенкова, В.Г. Константинов, Т.Я. Царюк, И.П. Фалюшина

Институт проблем использования природных ресурсов и экологии
НАН Беларуси, г. Минск

**КОНСЕРВАЦИОННОЕ МАСЛО С КОМБИНИРОВАННЫМ
ИНГИБИТОРОМ КОРРОЗИИ НА ОСНОВЕ ПОБОЧНОГО
ПРОДУКТА МАСЛОЖИРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Отсутствие в республике промышленного производства маслорастворимых ингибиторов коррозии вызвало необходимость исследования возможности использования для этой цели альтернативных защитных компонентов.

Работами, проведенными в институте, показано, что ряд продуктов, полупродуктов и отходов переработки органического сырья по химической структуре близок товарным ингибиторам коррозии и их можно использовать для улучшения защитных свойств нефтепродуктов. Наиболее приемлемым из числа альтернативных ингибиторов коррозии является побочный продукт масложирового производства (ПМП), представляющий собой смесь сложных эфиров и жирных кислот. Достоинством этого продукта является физическая стабильность его растворов в минеральных маслах и функциональная совместимость с защитными компонентами различной химической структуры.

Исследование зависимости эксплуатационных характеристик масла от концентрации ПМП показало, что даже в максимально допустимой по реологическим характеристикам концентрации он не позволяет получить консервационное масло, отвечающее современным требованиям. В связи с этим на базе ПМП создан комбинированный ингибитор коррозии, в состав которого дополнительно введены: высокомолекулярный компонент экранирующего типа (ВК) – для улучшения защитных свойств в морской воде и присадка сукцинимидного типа (СИ) – для повышения уровня защиты в камере сернистого ангидрида и при воздействии бромистоводородной кислоты. Исследования в направлении обоснования состава комбинированного ингибитора коррозии показали, что эта композиция обладает синергетическим эффектом и соотношение ПМП: СИ: ВК = 8:2:0,4 является для ее оптимальным.

В результате изучения влияния концентрации созданного комбинированного ингибитора коррозии на физико-химические и защитные свойства масла показано, что при содержании 20 % он позволяет создать консервационное масло, превосходящее по эффективности товарные аналоги К-17 и НГ-203 Р российского производства.

На созданное масло разработаны ТУ № 03535026.081-99 и карта технологического процесса № 03535026.083-99, производство масла организовано НТПВО “Токема”.

УДК 621.892.86

Л.А. Иванова, Г.М. Бокая, К.М. Алексейчик, О.Н. Прима

Институт проблем использования природных ресурсов и экологии
НАН Беларуси, г. Минск

ОСТАТОЧНЫЙ ПРОДУКТ МАСЛОЖИРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА – СЫРЬЕ ДЛЯ СИНТЕЗА МАСЛОРАСТВОРИМЫХ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ

Создание комбинированных маслорастворимых ингибиторов коррозии основано на сочетании поверхностно-активных веществ различного строения и механизма действия с учетом их физической и функциональной совместимости. Защитные компоненты для ингибиторов коррозии получают на основе нефтяного сырья путем его окисления, нитрования, сульфирования, аминирования и других химических процессов, которые в Республике Беларусь не освоены.

Среди маслорастворимых ингибиторов коррозии широкое применение находят продукты, синтезированные на основе жирных кислот и различного строения аминов и аминокислот. В республике имеется остаточный продукт, образующийся при дистилляции гидролизованных технических растительных масел и жиров и содержащий жирные кислоты, сложные эфиры и другие органические вещества.

Цель настоящей работы - синтез маслорастворимых ингибиторов коррозии на основе остаточного продукта масложирового производства и аминокислот.

Изучали физико-химические и защитные свойства синтезированных ингибиторов коррозии. Защитную эффективность образцов оценивали ускоренными методами по ГОСТ 9.054 на стали 10 в камере сернистого ангидрида, электролите и при воздействии бромистоводородной кислоты.

Анализ результатов показал, что синтезированные ингибиторы коррозии по эффективности в 1,5-2 раза превосходят близкий им по химической структуре и технологии получения товарный ингибитор коррозии МСДА-1, импортируемых из РФ.

Организация производства ингибиторов коррозии по разработанной технологии позволит получить экономический эффект за счет использования дешевого сырья - остаточного продукта масложирового производства и исключить необходимость их импорта.

УДК 620.197

**Т.Я. Царюк, И.В. Дребенкова, Л.П. Майко, И.П. Фалюшина,
К.М. Алексейчик**

Институт проблем использования природных ресурсов и экологии
НАН Беларуси, г. Минск

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ЗАЩИТНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ КОНСЕРВАЦИОННЫХ МАСЕЛ И СМАЗОК

Для ингибирования консервационных масел, смазок и защитных тонкопленочных покрытий применяют синтезируемые на основе нефтяного сырья маслорастворимые поверхностно-активные вещества, процессы производства которых характеризуются сложностью технологического оборудования, большими энергозатратами, образованием трудноутилизуемых отходов.

Цель настоящей работы – исследовать возможность использования в качестве альтернативных защитных компонентов отходов, полупродуктов и продуктов предприятий по переработке органического сырья.

На основе анализа технологий нефтехимических, химических, лесохимических и масложировых производств обоснован выбор продуктов для использования их в качестве альтернативных защитных компонентов.

Анализ результатов изучения химической структуры этих компонентов позволил провести их классификацию по механизму защитного действия. К числу адсорбционно-хемосорбционных ингибиторов отнесены компоненты с функциональными группами, в основном кислородсодержащими, экранирующими – высокомолекулярные углеводороды различного строения.

Оценка вытесняющих, моющих и защитных свойств альтернативных защитных компонентов показала, что некоторые из них находятся на уровне товарных ингибиторов коррозии. Наиболее эффективными из числа исследованных компонентов являются полиэтиленовые воска и отходы масложировых производств.

На основе альтернативных защитных компонентов и синергетических сочетаний их с товарными присадками для минеральных масел разработаны комбинированные ингибиторы коррозии, позволившие создать консервационные масла и смазки в 1,5-2 раза превосходящие по защитной эффективности российские аналоги, что существенно сократило импорт консервационных материалов на металлообрабатывающие предприятия.

В.Д. Кошевар, И.Н. Мироненко, А.И. Ратько

Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси, г. Минск

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПИГМЕНТЫ-НАПОЛНИТЕЛИ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ КРАСКИ НА ИХ ОСНОВЕ

Высокоразвитые производства строительных и лакокрасочных материалов, резино-технических и пластмассовых изделий республики Беларусь требуют значительные объемы различного рода пигментов и наполнителей. Однако, ряд субъективных и объективных причин, среди которых преобладающими являются сырьевой и энергетический фактор, препятствуют налаживанию широкомасштабного выпуска этих ценных продуктов в нашей республике и потребность в них удовлетворяется, в основном, за счет импорта из ближнего и дальнего зарубежья.

В работе предлагается новая технология получения композитных пигментов-наполнителей широкой цветовой гаммы со структурой «ядро в оболочке», не требующая больших энергетических затрат и основанная на использовании отечественного мела и доломита, а также вторсырья, например, отходов Гомельского химзавода. Сущность ее состоит в формировании на поверхности твердых частичек методом неорганического синтеза и капсулирования тонкой органоминеральной оболочки (0,01-0,1 мкм) придающей этим частицам свойства поглощать и рассеивать лучистую энергию в различных областях видимого спектра. Размер частиц таких пигментов-наполнителей без тонкого помола изменяется в интервале 0,1-10 мкм, а укрывистость составляет 40-80 г/м². Будучи введены в различные технологические композиции, они выполняют одновременно функции как наполнителей, так и пигментов.

Изучены кинетическая устойчивость и реологические свойства дисперсий полученных пигментов-наполнителей в растворах и латексных системах на основе природных и синтетических полимеров. Полученные данные послужили базой для разработки принципиально нового состава экологически чистых фасадных красок, не содержащих дефицитный и дорогостоящий диоксид титана. Краски прошли токсиколого-гигиенические и производственные испытания. Измерены их основные технические характеристики: укрывистость - 50-70 г/м², адгезия к бетону - 1,6 МПа, условная светостойкость - 24 часа, коэффициент паропроницаемости - 0,012 мг/м² ч Па, морозостойкость \geq 50 циклов и т.д.

В.И. Инютин, В.И. Матвеев, Т.К. Королик

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

**ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ КОЖЕВЕННО-ОБУВНОГО
ПРОИЗВОДСТВА В АМОРТИЗИРУЮЩИЕ СТРЕЛОЧНЫЕ
ПРОКЛАДКИ**

Разработка технологии переработки отходов кожевенно-обувного производства позволяет решить задачу обеспечения путевого хозяйства комплектами амортизирующих стрелочных прокладок, снижающих интенсивность механического износа деревянных брусьев стрелочного перевода, срок службы которых не превышает 12 лет. Использовать для этой цели амортизирующие резиновые прокладки нерационально, так как в состав резины входит каучук, который в Беларуси не производится и его необходимо будет завозить из-за рубежа.

Одним из путей решения этой задачи является разработка технологии переработки отходов кожевенно-обувной промышленности и вторичного полиэтилена. Технология переработки включает следующие операции: сбор исходного сырья, измельчение исходных компонентов до требуемой фракции, смешивание компонентов в определенной пропорции и последующее прессование. При обработке изготовленных прокладок от облоя, он повторно используется после измельчения, начиная с операции дозирования перед прессованием. Наличие в отходах обувного производства кожи хромовой и юфти соответственно 3,7 – 12% и 22 – 28% жира, позволяет отказаться от применения дорогостоящих силиконовых смазок при прессовании прокладок.

Комплект прокладок для стрелочного перевода состоит из 217 прокладок шести типоразмеров общим весом 170 кг. Применение разработанной технологии позволяет обеспечить Белорусскую железную дорогу амортизирующими прокладками, продлевающими срок службы деревянных брусьев стрелочного перевода на 6 – 8 лет.

Д.Н. Довнар

ЗАО “Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством”, г. Солигорск, Минской обл.

**ПОЛИМЕРНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ВНУТРЕННЕЙ ФУТЕРОВКИ
ОБОРУДОВАНИЯ КАЛИЙНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Целью настоящей работы является исследование влияния наполнителей на физико-механические характеристики эпоксидных покрытий и разработка состава композиции для внутренней футеровки оборудования обогатительных фабрик ПО “Беларуськалий”.

Для приготовления композиций в качестве связующего применялся эпоксидный олигомер марки ЭД-20.

Для ускорения реакций отверждения использовали полиэтиленполиамин (ПЭПА) в количестве 30 мас. ч. на 100 мас. ч. ЭД-20. В качестве целевой добавки использовали ненасыщенную полиэфирную смолу ПН-1.

Наполнение композиций производилось тальком и кремнефтористым натрием как индивидуально, так и комплексно при различных соотношениях.

Для определения оптимального содержания в качестве целевой добавки смолы ПН-1 было проведено исследование зависимости адгезионной прочности клеевого соединения сталь-композит-сталь, прочности при изгибе и прочности при сжатии. В результате было установлено, что наибольшими показателями адгезионной прочности, прочности при изгибе, прочности при сжатии обладают композиции, содержащие 100 мас. ч. ЭД-20, 30 мас. ч. ПЭПА и 30 мас. ч. ПН-1. Данная композиция выбрана в качестве базовой для наполнения.

По результатам сравнительных испытаний выбрано оптимальное содержание наполнителя (70 мас. ч. при соотношении тальк: кремнефтористый натрий = 7:5). Полученный композиционный материал может быть использован в качестве антикоррозионного покрытия.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ

¹А.И. Буря, ¹А.Д. Деркач, ¹А.И. Николаенко

¹Государственный аграрный университет, г. Днепропетровск

СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАСТИКА ИЗ ОТХОДОВ НИТИ БИКАРБОЛОН В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

Известно, что углеродсодержащие материалы наиболее полно отвечают требованиям, предъявляемым к материалам, работающим в условиях трения без смазки. Учитывая это, с целью утилизации отходов производства углеродсодержащего химического волокна бикарболон разработана технология переработки его в детали сельскохозяйственного назначения, работающие в условиях абразивного изнашивания.

Изучение влияния температуры переработки пластика (от 503 до 523 К) на физико-механические и теплофизические свойства показало, что наилучшим комплексом свойств (твердость по Бринелю 142 - 139 МПа, предел текучести при сжатии - 92 - 72 МПа, ударная вязкость - 56 - 52 кДж/м², температура по Вика - 421 - 419 К) обладает пластик, переработанный при температуре 513 - 518 К. Изделия из бикарболона, переработанного в этом интервале температур, могут длительно работать в режиме сухого трения при значениях критерия $PV = 1,2$ МПа·м/с. Из данного материала были изготовлены глазки шнека жатки зерноуборочного комбайна Дон-1500, которые успешно прошли стендовые и полевые испытания.

Стендовые испытания проводились в течение 600 часов на деталях, установленных на приемном битере, в герметичной камере, на дно которой насыпан кварцевый песок. Результаты испытаний показали, что по износостойкости глазки из бикарболона превосходят серийные из ПА-6-110 более чем в 3 раза.

Для полевых испытаний были представлены 100 серийных и 100 глазков из составов бикарболона. В процессе испытаний, проведенных в сельскохозяйственных предприятиях Днепропетровской области, из строя вышло: серийных - 43, из них разрушилось - 18, а 25 были заменены по окончании 1-го уборочного сезона, т.к. износ их превышал максимально допустимый 2 мм. Из бикарболона разрушилось 2 детали, остальные отработали 3 уборочных сезона без замечаний. По результатам полевых испытаний установлено, что глазки из бикарболона превосходят серийные по износостойкости в 2,9 - 4,7 раза.

В.Г. Барсуков, Д.В. Бабко

Научно-исследовательский центр ресурсосбережения
НАН Беларуси, г. Гродно

ПЕРЕРАБОТКА ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ КОМПОЗИТОВ ПО СХЕМЕ БОКОВОЙ ЭКСТРУЗИИ

В настоящее время армированные пластики прочно заняли свою область применения, а в некоторых случаях даже потеснили традиционно применяемые металлы и сплавы. Переработка мало- и средненаполненных пластиков успешно производится на одно- и двухшнековых экструдерах. Значительные проблемы возникают с переработкой высоконаполненных полимерных композитов. Экструдеры не справляются с этой задачей, вследствие большой вязкости и сдвиговой прочности материала, а технология прямоточного плунжерного выдавливания не обеспечивает прочность мест спайки дискретных порций материала. Кроме того, вышеуказанные методы переработки создают эффект преимущественной ориентации волокон наполнителя перпендикулярно оси изделия, хотя большинство изделий нуждаются в продольном армировании.

Предложенная схема деформирования с изменением направления течения (боковая экструзия) является разновидностью плунжерной экструзии. Для практической реализации данной схемы необходимо изучить три важных аспекта переработки: образование зон затрудненного деформирования, прочность спайки дискретных порций материала, ориентацию волокон наполнителя.

Для изучения топографии поверхности зоны затрудненного деформирования проведен эксперимент, моделирующий течение вязкопластичного материала. Была изготовлена оснастка, позволяющая продавливать материал через один из четырех каналов с длинами: 35, 70, 105, 140 мм. В качестве модельной среды №1 имитирующей полимер с мелкодисперсным наполнителем или ненаполненный, выбрана смесь петролатума, гача, каолина, мела, канифоли сосновой, и индустриального масла.

Методика эксперимента заключалась в следующем: предварительно таблетированные навески материала, окрашенные в различные цвета, помещают в контейнер. При приложении усилия к пуансону первая таблетка движется до соприкосновения с дном контейнера, образует застойную зону и частично выдавливается. Последующие таблетки выдавливаются практически полностью, вымывая поверхностный слой первой таблетки.

После этого непродавленный материал извлекали из контейнера и разделяли на несколько сечений, перпендикулярных оси профилирующего канала. Изображения этих сечений дают достаточно полное представление о геометрии зоны затрудненного деформирования. Оборудование для переработки полимеров, независимо от степени наполнения, должно исключать возможность образования этих зон, поскольку материал в них находится без движения и подвергается термодеструкции

Существенным недостатком всего плунжерного экструзионного оборудования является низкая прочность мест спайки. Известно, что прочность мест

спайки зависит от величины сдвиговых деформаций материала при переработке. Показателем существенных сдвиговых деформаций является развитая граница раздела между периодически подаваемыми порциями материала в профилируемом изделии.

Изделие прямоугольного профиля, полученное на модельной среде №1 было разделено на сечения, также как и при изучении зон затрудненной деформации. Исследование сечений показало увеличение площади границ раздела дискретных порций материала в среднем на два порядка : $S = (100..125) \cdot A$; . Поверхность границы раздела напоминает конус, сдавленный плоскостями с двух сторон, одна из которых является поверхностью изделия.

Наличие столь развитой границы раздела подтверждает присутствие больших деформаций сдвига в процессе изменения направления течения, и позволяет предполагать прочность стыка, сопоставимую с прочностью основного материала.

Для исследования ориентации волокон, при выдавливании с изменением направления течения, применялась модельная среда №2, представляющая собой поливинилацетатную эмульсию, наполненную бумажными волокнами.

Было выбрано три образца из различных экспериментов, получены их десятикратно увеличенные изображения, затем с помощью программы nImage (Обработка файлов изображений), получены статистические данные включающие в себя длины волокон и углы к оси изделия.

Установлено что более 70% всех волокон ориентированны к оси в интервале углов $0..30^\circ$, что позволяет утверждать о наличии преимущественной ориентации арматуры.

Таким образом, в данной работе обосновывается возможность применения боковой экструзии для переработки высоконаполненных композитов. Такой способ переработки позволяет получать непрерывные, продольно армированные изделия на традиционном прессовом оборудовании. Кроме того, плунжерная экструзионная оснастка более технологична в изготовлении и ремонте, и имеет значительно меньшую стоимость, чем экструдеры.

Л.Л. Миронович, Е.В. Гартман, В.А. Смуругов

Институт механики металлополимерных систем им.В.А.

Белого НАН Беларуси, г. Гомель

О ВОЗМОЖНОСТИ ЗАМЕНЫ БРОНЗОВЫХ ПОДШИПНИКОВ В УЗЛАХ ТРЕНИЯ НА СТАЛЬНЫЕ С ИЗНОСОСТОЙКИМ ПОКРЫТИЕМ

В ИММС им.В.А.Белого НАНБ созданы порошковые композиции на основе крупнотоннажно выпускаемого в Беларуси полиамида ПА-6, предназначенные для получения антифрикционных и износостойких покрытий на стальных подложках, работающих в условиях ограниченной подачи смазки.

Покрытия из созданных композиций наносятся вибровихревым методом в сочетании с целенаправленной предварительной обработкой поверхности подложки специальными составами.

На РУП БШК “Белшина” на станке А-70 № 13 вместо бронзовых подшипников в декабре 1998 года были установлены стальные с нанесенным на внутреннюю поверхность антифрикционным покрытием. Обследование технического состояния стальных подшипников с покрытиями, проведенные через два года, не выявило следов износа за указанный период работы. Это свидетельствовало о целесообразности использования стальных подшипников с антифрикционным покрытием вместо бронзовых. Поэтому полный комплект бронзовых втулок сборочного станка СПД 750-1100 (59 штук) был заменен на стальные с антифрикционным покрытием. До настоящего времени все установленные втулки находятся в работе.

Потребность в бронзе только на РУП БШК “Белшина” на изготовление подшипников для узлов трения 625 станков сборочного оборудования в год составляет 50 т. Прибыль от замены изготовленных из такого количества бронзы подшипников на стальные с износостойкими покрытиями составит около 35 тысяч долларов.

И.С. Куликов, С.В. Ващенко, В.Л. Ермаков

Институт проблем энергетики НАН Беларуси, г. Минск

**ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПОЛИРОВКИ
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПЛАЗМЕННО-ЭЛЕКТРОЛИТНЫМ
МЕТОДОМ**

Технология полировки широко применяется на многих промышленных предприятиях в качестве финишной обработки и ее модернизация даст большую экономию имеющихся ресурсов. Современным требованиям соответствует уже апробированная на ряде предприятий России, Украины и Беларуси плазменно-электролитная технология полировки металлов в водных растворах солей низкой концентрации (3-6%). Отсутствие концентрированных кислот и других токсичных веществ создает более благоприятную экологическую обстановку на предприятиях и в регионе. Применение более высокопроизводительных методов электроимпульсной полировки заменяет трудоемкую механическую и токсичную электрохимическую обработку в кислотных растворах. Хотя расход электроэнергии при электроимпульсной полировке (рабочее напряжение составляет 220-320 В), значительно выше, чем при обработке традиционным электрохимическим методом на низких напряжениях, тем не менее суммарные эксплуатационные затраты при использовании плазменно-электролитной технологии полировки в среднем в 6 раз ниже и этот экономический выигрыш достигается в первую очередь за счет замены дорогостоящего кислотного электролита на дешевый водный раствор солей. Сле-

дует отметить, что для получения эффекта полировки не требуются реактивы с высокой химической чистотой, что весьма ощутимо сказывается на их стоимости. Заметно улучшает экономические показатели плазменно-электролитной полировки также упрощенная схема утилизации отработанного электролита и отсутствие специальных очистных сооружений.

Расчет затрат при использовании плазменно-электролитной технологии показывают, что с увеличением мощности установки, когда возрастает площадь отполированной поверхности за одну загрузку, суммарные затраты на полировку одного квадратного метра поверхности уменьшаются, в том числе снижаются капитальные и эксплуатационные составляющие затрат по отдельности. При этом происходит доленое перераспределение издержек по отдельным статьям расходов. При выборе мощности установки необходимо также учитывать объем партии обрабатываемых изделий, чтобы обеспечить непрерывный, а значит и наиболее экономичный, режим работы установки.

В.В. Савич, Л.П. Пилинович, С.А. Беденко

Институт порошковой металлургии НАН Беларуси, г. Минск

ТЕХНОЛОГИЯ СОЕДИНЕНИЯ ПОРИСТОГО И КОМПАКТНОГО ТИТАНА ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

Пористые титановые элементы широко применяются для очистки жидких пищевых продуктов, химических растворов, растворов медпрепаратов, используются в качестве деталей хирургических имплантатов. Данные изделия часто представляют собой сборные конструкции, состоящие из пористых элементов и компактных деталей (корпусов, фланцев, штуцеров и т.п.). Традиционные методы сварки титана, при соединении пористых деталей не обеспечивает требуемого качества сварных швов.

Проведены исследования процесса получения неразъемного соединения пористых деталей из порошка титана марки ПТХ2-1 и компактного титана марки ВТ1-0 методом пластической деформации. Деформации подвергалась пористая деталь (охватываемая). В ответной компактной детали выполнено углубление, по периметру которого выбран потайной паз, в который “затекает” материал пористой детали.

Для экспериментов использовались пористые диски высотой 4 и диаметром $30_{-0,1}$ мм, подвергнутые калибровке по диаметру. Из прутка титана вытачивались стандартные обоймы с углублениями диаметром $30^{+0,05}$ мм различной глубины с кольцевой канавкой прямоугольного профиля на боковой поверхности. Наружный диаметр канавки составлял 34 мм. Варьировались два параметра – глубина углубления и высота канавки. С помощью специальных кольцевых пуансонов, установленных строго по оси обойм и пористых дисков, производилась локальная осадка последних до уровня торцовой поверхности обоймы. В пуансонах варьировалась ширина деформирующей кольцевой поверхности. За счет указанных выше параметров изменялись ширина

зоны деформации и степень деформации. Высота канавки составляла 12, 24 и 36% от высоты диска.

После осадки и запрессовки пористых дисков в обойму измеряли усилие выпрессовки диска из обоймы.

В результате проведенных исследований экспериментально установлено, что оптимальное усилие выпрессовки осаженного пористого диска из компактной обоймы (свыше 700-750 Н) достигается при следующих параметрах: степени относительной деформации 40-50%; ширине зоны деформации 2-3 мм; относительной высоте канавки 35-38%.

Таким образом, разработана материалосберегающая и экологически чистая, неэнергоемкая технология неразъемного соединения разнородных деталей.

Н.Н. Максимченко, М.А. Леванцевич, В.Л. Басинюк

Институт надежности машин (ИНДМАШ) НАНБ, г. Минск

ПРИМЕНЕНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ С МДО- ПОКРЫТИЕМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

Для изготовления пар трения торцовых уплотнений аппаратов химических производств, контактирующих с агрессивными средами, широко используют материалы на основе углерода, в частности, силицированные графиты марок СГ-П, СГ-Т и карбид вольфрама ВК8. Эти материалы обладают высокой износо- и коррозионной стойкостью. Основными их недостатками являются повышенная хрупкость, низкая прирабатываемость, сложная технология изготовления и, соответственно, высокая стоимость. Поэтому для экономии материальных ресурсов актуальным является решение проблемы замены этих материалов на менее ценные, при условии обеспечения требуемой работоспособности.

В ИНДМАШ НАНБ были проведены исследования с целью изучения возможности применения контактных пар из алюминиевого сплава Д16, с упрочненной микродуговым оксидированием (МДО) рабочей поверхностью, вместо традиционных пар из силицированного графита и твердого сплава ВК8. Испытания показали, что для определенного типа агрессивных сред сравнительно недорогие контактные пары из алюминиевого сплава с МДО-покрытием можно эффективно использовать в торцовых уплотнениях для герметизации вращающихся валов аппаратов химических производств.

В докладе представлены методика и результаты экспериментальных исследований по оценке совместимости материала опытных пар трения с различными агрессивными технологическими средами, а также приведены данные триботехнических испытаний.

Ю.В. Соколкин, А.Г. Котов, А.А. Чекалкин

Пермский государственный технический университет, г. Пермь

ДИНАМИЧЕСКИЕ РЕЗОНАНСНЫЕ РЕЖИМЫ ПРОЦЕССА ГИДРОСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ

Рассматривается задача математического моделирования и численного исследования динамического поведения образцов конструкционных материалов, обрабатываемых высокоскоростной водной струей. Основой описания динамического поведения элемента конструкции при гидроструйном воздействии является постановка краевой трехмерной задачи теории колебаний с последующей численной реализацией методом конечных элементов. Объектами исследований являются образцы размерами 150×81×12 мм и 150×80×21 мм из полиметилметаакрилата, стали и титана.

Целью исследований является оценка влияния физико-механических характеристик материала, условий закрепления образцов и динамических свойств струи на динамические параметры образцов, важнейшими из которых считаются резонансные частоты колебаний. В рамках исследования решаются задачи динамики свободных и установившихся колебаний.

В результате численного моделирования показано, что спектр собственных частот существенно зависит не только от свойств материала и геометрии конструкции, но и от условий ее закрепления, особенно, в области низших частот. Влияние динамических параметров струи оценивалось по функциям спектральной плотности, вычисляемых с использованием преобразования Фурье для корреляционных функций, полученных компьютерной обработкой растров эрозионных следов. Результаты гармонического и модального расчета анализируются на близость или совпадение частотных характеристик, влияющих на стабильность технологического процесса.

Работа выполнена по международному проекту INTAS № 00-0268.

С.Д. Лещик, С.М. Адамович, Е.В. Овчинников

УО “Гродненский государственный университет им. Янки Купалы”,
г. Гродно

ПРИМЕНЕНИЕ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗЖИРИВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Электрохимическое обезжиривание в настоящее время является заключительной технологической операцией перед нанесением на поверхности деталей функциональных покрытий. Качество очистки зачастую достигается увеличением длительности операции обезжиривания, что сопровождается повышением энергоемкости процесса, повышенным уносом компонентов электролита в атмосферу, наводораживанием (в отдельных случаях) и охруп-

чиванием обрабатываемых стальных поверхностей. Кроме того, при необходимости дальнейшей транспортировки перед следующей технологической операцией, обработка в стандартных электролитах не обеспечивает коррозионную защиту деталей после обезжиривания. Поэтому применение функциональных присадок к стандартным электролитам, улучшающих их эксплуатационные характеристики, позволяет достигнуть экономии энергетических, материальных, трудовых ресурсов и времени.

В данной работе исследовано влияние фторсодержащих олигомеров (ФСО) на процесс электрохимического обезжиривания стали, а также механические и химические характеристики обработанных поверхностей. Нами предложен состав электролита для электрохимического обезжиривания, содержащий в своем составе растворы фторсодержащих олигомеров.

Установлено, что добавление 1-5% мас. ФСО в электролит обезжиривания, при соблюдении стандартных режимов обработки, позволяет повысить степень очистки деталей (т.к. ФСО являются поверхностно-активными веществами с полярной группой), уменьшить унос компонентов электролита в атмосферу (т.к. наблюдается умеренное пенообразование), улучшить коррозионную стойкость поверхностей после обработки (очевидно за счет образования на поверхности тонкой фторорганической защитной пленки). Кроме того, наблюдалось повышение микротвердости (до 10%) обработанных стальных поверхностей.

Полученные результаты исследований могут быть использованы на предприятиях РБ в гальваническом производстве.

**В.Б. Врублевский, В.В. Невзоров, А.Б. Невзорова, В.В. Макеев,
Н.Н. Феськов**

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОЛУАВТОМАТОВ ДЛЯ ТОРЦОВО- ПРЕССОВОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Разработаны, сконструированы и изготовлены полуавтоматы для промышленного выпуска самосмазывающихся подшипников скольжения, на которых за один прием производится торцовое деформирование древесных заготовок в воздушно-сухом состоянии во вкладыши с последующей запрессовкой в металлический корпус подшипника. Однако привод для торцово-прессового деформирования древесных заготовок во вкладыш был подобран интуитивно.

С целью избежания дополнительных затрат энергии были проведены исследования по определению усилий, необходимых для торцово-прессового деформирования древесных заготовок и расчет привода полуавтоматов.

Для решения поставленной задачи необходимо было рассчитать изгиба-

ющий момент, действующий на древесную заготовку, закрепленную в деформирующем гибком инструменте и прилегающей торцевой поверхностью дискретной системе. Напряжение, возникающее в древесине, и изгибающий момент зависят от удаленности рассматриваемого слоя заготовки от нейтрального слоя, который проходит по осевой линии гибкой дискретной системы. Для нахождения суммарного изгибающего момента был выделен элементарный слой толщиной dz . Проинтегрировав по всей толщине заготовки, получили следующую формулу для расчета изгибающего момента:

$$M = k (bh^3/\rho), \quad (1)$$

где k – коэффициент, зависящий от степени прессования и усилия деформирования, b – ширина заготовки; h – высота заготовки; ρ – радиус кривизны нейтральной линии.

Изгибающий момент тем больше, чем меньше радиус кривизны нейтральной линии (при k и z – const). Из экспериментальных данных на основе графика зависимости усилия деформирования от степени прессования древесины $\sigma = k \cdot \epsilon$ можно получить значение коэффициента k для строго определенных значений s и e . При $\sigma = 50$ МПа степень прессования имеет оптимальное значение $\epsilon = 0,5$. Для этих значений и был произведен расчёт k , который равен 100 МПа.

Далее, переходя к расчёту привода, надо знать скорость деформирования, которая была получена из анализа результатов испытаний и составляла 100-120 град/с в зависимости от толщины заготовки. Тогда необходимая мощность для деформирования заготовки

$$N = M\omega = k (bh^3/r)\omega, \quad (2)$$

где ω – угловая скорость деформирования.

Полученная зависимость позволяет рассчитать привод для любых значений геометрических параметров древесной заготовки. Это существенно упрощает подбор двигателя и минимизирует энергопотребление, что невозможно осуществить при интуитивном подходе к решению вопроса о выборе привода.

УДК 621.792

¹Ю.Н. Гафо, ²И.А. Широкий, ²А.В. Сосновский, ²Л.П. Кашицин

¹НИИ порошковой металлургии с ОП, г. Минск

²Институт надёжности машин НАН Беларуси, г. Минск

ИСПЫТАНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН НАПЛАВЛЕННЫХ ПУТЁМ ОПЛАВЛЕНИЯ Порошковой шихты разогретой заготовкой

Одним из перспективных методов повышения срока службы деталей, работающих в условиях интенсивного изнашивания является технология получения износостойких покрытий путём оплавления порошковой шихты на

поверхности погруженной в неё заготовки, нагреваемой пропусканием электрического тока, разработанная в ИНДМАШ НАН Беларуси.

Данная технология позволяет значительно сократить длительность пребывания порошкового материала в расплавленном состоянии по сравнению с традиционными методами наплавки, что позволяет в более полной мере сохранить его наследственные свойства. При этом полностью предотвращается выгорание легирующих элементов в материале покрытия, что способствует повышению его физико-механических и эксплуатационных свойств.

После изготовления опытных образцов были проведены сравнительные полевые испытания экспериментальной партии упрочненных наплавкой пружинных зубьев МПР почвообрабатывающих машин, для наплаки которых использовалась порошковая шихта на основе железа, в сравнении с серийными зубьями.

Испытания проводились на агрегате КСА-3,0 (первый этап полевых испытаний экспериментальных образцов) и на агрегате ПАН-3000-02. Место проведения испытаний - опытное поле отдела испытаний и обеспечения исследований БелНИИМСХ (пос. Ждановичи Минского района). Испытуемые детали работали в дерново-подзолистой суглинистой почве с влажностью в слое 0-20 см от 14 до 20% и твердостью от 0,8 до 1,7 МПа. Засоренность почвы камнями в пахотном слое до 20 т/га. Глубина вхождения зубьев в почву до 15 см. Рабочая скорость агрегата от 3,0 до 5,6 км/ч.

В результате полевых испытаний установлено, что износостойкость зубьев почвообрабатывающего агрегата возросла в 1,5 – 2 раза по сравнению с серийными деталями, изготовленными из стали 65Г. В тоже время интенсивность изнашивания серийных зубьев в двое выше чем у наплавленных.

М.А. Леванцевич, М.А. Белоцерковский, В.Л. Басинюк, Н.Н. Максимченко, Е.В. Гопаненко

Институт надежности машин (ИНДМАШ) НАН Беларуси, г. Минск

МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПЛАСТИН ПРЕСС-ФОРМ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА

Одним из путей решения задачи ресурсосбережения является повторное использование деталей, отработавших свой ресурс, на основе применения эффективных технологий восстановления и ремонта. В прессовом оборудовании для производства силикатного кирпича наиболее частые отказы возникают по причине утраты работоспособности технологической оснастки прессов (пластин пресс-форм, пластин штампов и контрштампов, пустоотообразователей). Потеря работоспособности пластин пресс-форм происходит в результате образования на рабочей поверхности усталостных повреждений в виде полос или локальных зон выкрашенного металла, площадью 5...70 см² и глубиной 0,5...1 мм. В дальнейшем такие пластины в производственном процессе не используются. Высокие материальные затраты на приобретение но-

вых пластин обуславливают необходимость поиска технических решений для восстановления работоспособности и повторного использования пластин, отработавших свой ресурс. Однако в настоящее время по ряду причин данная проблема пока не решена.

В ИНДМАШ НАНБ проведены исследования одного из методов восстановления работоспособности пластин пресс-форм путем комбинирования технологий газотермического напыления, деформационного плакирования и микродугового оксидирования. Суть метода заключается в том, что первоначально на поврежденной поверхности пластин газотермическим напылением или деформационным плакированием формируют покрытие из алюминиевого сплава. После механической обработки, для обеспечения высокой износостойкости, поверхность покрытия упрочняют методом микродугового оксидирования.

В докладе представлены варианты технологических схем для реализации процессов восстановления пластин пресс-форм, а также результаты лабораторных испытаний.

¹Б. Крупич, ²В.В. Барсуков

¹Политехника Белостокская, г.Белосток

²Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, г.Гродно

ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ДЕТАЛЕЙ СИСТЕМ ПНЕВМОТРАНСПОРТА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ И СТЕКЛОПЛАСТИКОВ

В процессе производства древесностружечных плит древесное сырье перемещается с использованием систем пневмотранспорта. Пневмотранспортом удаляются также отходы обработки, в частности, шлифовальная пыль, содержащая примеси частиц абразива от шлифовального инструмента. При этом наблюдается газоабразивное изнашивание лопастей вентилятора и изгибов трубопровода. Пневматические транспортирующие устройства используются и при изготовлении заготовок холстов из стеклопластиков методом аэродинамического осаждения струй рубленых волокон. Механизмы изнашивания деталей систем пневмотранспорта в этом случае изучены недостаточно.

В работе рассматриваются контактные задачи для схем движений дисперсных частиц вдоль лопасти вентилятора и изгиба трубопровода. Определены контактные напряжения для различных видов транспортируемых волоконистых (древесное, полимерное, стеклянное волокно) и сферообразных частиц (древесные опилки, мука, шлифпыль, порошкообразные термопласты, частицы абразива). Показано, что в случае транспортирования низкомолекулярных частиц (древесное волокно и опилки, шлифовальная пыль, полимерные волокна и порошки) возникающие контактные напряжения достаточно малы, что обеспечивает малоизносную работу систем пневмотранспорта. Примеси

высокомолекулярных частиц, например, абразива от шлифовального инструмента, приводят к тому, что контактные напряжения существенно превышают допустимые значения, и процесс сопровождается микрорезанием рабочих поверхностей.

Контактные напряжения при пневмотранспортировании стеклянных волокон несколько больше, чем для полимерных и древесных волокон, но значительно меньше, чем для частиц абразива.

Рассматриваются варианты конструктивного исполнения вентилятора и трубопровода целью обеспечения повышенной износостойкости.

Ю.В. Соколкин, В.В. Елтышев, А.А. Чекалкин

Пермский государственный технический университет, г. Пермь

АНАЛИЗ МОМЕНТНЫХ ФУНКЦИЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ СЛЕДА ВОДНО-КАПЕЛЬНОЙ СТРУИ

В настоящее время актуальной задачей является совершенствование методов энерго- и материалосберегающей обработки материалов и конструкций различного назначения. Одним из них является метод воздействия на объект струи жидкости высокого давления. В связи с этим возникают вопросы исследования микро- и макромеханики деформирования и разрушения различных материалов и конструкций. Одним из этапов решения данной проблемы является исследование эрозионного следа, полученного воздействием струи воды высокого давления. В качестве объекта исследования выступали образцы из титана и полиметилметаакрилата (ПММА), которые были подвержены воздействию струи воды высокого давления, с образованием на образцах эрозионных следов. Микроструктура эрозионных следов исследовалась с использованием металлографического микроскопа ЕС МЕТАМ РВ-21 и проекционного сканера Scan Nex II. Создана прикладная программа для цифровой обработки графических изображений. На основании разработанной программы найдены: математическое ожидание, дисперсия и коэффициент вариации случайной реализации структуры эрозионных следов. Рассчитаны и построены нормированные корреляционные функции второго порядка для каждого эрозионного следа на поверхности титана и ПММА, характерные значения аргументов определяют масштабы микронеоднородности следа.

Вид корреляционных функций зависит от микроструктуры эрозионных следов, полученных при различных параметрах обработки образцов струей воды высокого давления. Работа выполнена по проекту INTAS №00-0268.

Г.Н. Белоусова, Ю.Д. Золотухин

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Основной причиной возникновения дефектов в конструкциях, а также причиной аварийного состояния многих объектов является неправильная эксплуатация сооружения, влекущая за собой преждевременный выход из строя конструкций и снижения долговечности. Одним из последствий этого является поступление избыточной влаги к поверхности конструкции и возникновение коррозионных процессов как в бетоне, так и арматуры. В условиях города коррозионное состояние железобетонных конструкций, находящихся под открытым небом, будет определяться количеством осадков, относительной влажностью воздуха и его газовым составом. Коррозия арматуры вызывается недостаточным содержанием цемента или наличием в нем вредных добавок, чрезмерным раскрытием трещин, недостаточной толщиной защитного слоя. Под давлением растущей на арматуре ржавчины происходит откалывание защитного слоя, и процесс коррозии протекает быстрее. Это приводит к быстрой потере прочности отдельных элементов здания, снижает долговечность конструкции, требует дополнительных средств на эксплуатацию зданий и сооружений. Поэтому встает задача о том, как лучше защитить арматуру от коррозии, какие эффективные способы защиты предусмотреть.

Специальные защитные покрытия могут резко снизить столь серьезную опасность, как внезапный обрыв арматуры и обрушение конструкции. Существующие средства и методы защиты арматурной стали от коррозии не в полной мере обеспечивают необходимую защиту, порой сложны и трудноосуществимы технически. Методы защиты основанные на изменении свойств арматуры, связанные с расходом легирующих добавок, значительно увеличивает ее стоимость. Применение ингибиторов не нашло широкого распространения, так как теряют способность пассивировать арматуру с течением времени.

Щелочная среда бетона сохранит арматуру только в том случае, когда арматура будет тщательно очищена от следов омеднения и окислов. Большое значение антикоррозийной защиты имеет физико-химические свойства покрытий, позволяющих производить с металлическими арматурными стержнями, имеющими такие покрытия, весь необходимый комплекс работ. Коэффициент защитной способности полимерных покрытий намного больше, чем у таких покрытий, как суспензий, эмульсий, лаки и т.д.

Проведенные исследования со стальными стержнями показали, что при применении защитных покрытий на полимерной основе сцепление арматуры с бетоном снижается в среднем на 36%, при применении проржавевшей арматуры – на 40%. Наименьшая величина отклонения сцепления арматуры с бетоном от эталонного образца наблюдалось у образцов очищенных от коррозии сухой пескоструйной обработкой в среднем на 22%.

Результаты проведенных экспериментов показали, что процесс коррозии в образцах с арматурой покрытой слоем ржавчины протекает значитель-

но быстрее, чем в остальных образцах. Применение защитных покрытий обеспечивает надежную коррозионную стойкость арматуры.

**А.Г. Мамедов, В.В. Русецкий, Е.И. Щербина, Р.М. Долинская,
Н.Н. Козел**

ОАО "Беларусьрезинотехника", г. Бобруйск
БГТУ, г. Минск

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ЭЛАСТОМЕРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ РУКАВНЫХ ИЗДЕЛИЙ

В резиновой промышленности рукавом называют конструкцию, состоящую из трех основных частей: внутреннего слоя, силового каркаса, наружного слоя. Важно, чтобы все основные части были прочно и надежно соединены между собой, т.к. именно это обеспечивает оптимальные работоспособность и срок службы.

Целью данного исследования являлась замена в конструкции рукавов резиновых слоев на слои из термопластичных эластомеров.

Нами разработана технологическая схема получения рукавов из термопластичных эластомеров. Для изготовления внутреннего и наружного слоев использован олефиновый термоэластопласт (ТЭП). Проведенными исследованиями изучены олефиновые термоэластопласты различных марок. Для наложения силового каркаса использовали лавсановую нить 338 текс. Изготовление внутреннего слоя осуществляли на червячном прессе и на навивочной машине.

Полученные изделия соответствуют требованиям, предъявляемым к рукавам, в частности, к их внутреннему слою. Кроме того, применение термоэластопластов в резиновой промышленности имеет ряд преимуществ по сравнению с резинами. Рецептура смесей на основе ТЭП очень проста и не требует введения структурирующих агентов, замедлителей подвулканизации. Отходы производства можно неоднократно перерабатывать. Использование ТЭП позволяет изготавливать рукавные изделия с меньшими трудовыми и энергетическими затратами.

А.Н. Голубев

УО “Витебский государственный технологический университет”, г. Витебск

**МОДЕЛЬ ПРОНИКНОВЕНИЯ ПЕРЕДАЮЩЕЙ СРЕДЫ В
ПОРОШОК ИЗДЕЛИЯ ПРИ КВАЗИИЗОСТАТИЧЕСКОМ
ПРЕССОВАНИИ**

Технология квазиизостатического прессования металлических порошков вязкопластичными передающими давление средами позволяет получать сложные по форме равноплотные изделия с использованием недорогой универсальной оснастки. Технология практически безотходна и может применяться в условиях мелкосерийного и единичного производства, в частности, в инструментальном хозяйстве [1].

В процессе прессования передающая давление среда попадает внутрь пор порошкового изделия, из-за чего снижается плотность и прочность его поверхностных слоев. Сказанное особенно актуально при изготовлении тонкостенных изделий, поскольку существует некоторая минимальная толщина стенки, которую при данных режимах можно получить на прессовке без ее разрушения, связанного с избыточным насыщением пор. Таким образом, указанное явление снижает технологические возможности прессования.

Интенсивность проникновения зависит от свойств порошка и передающей давление среды, а также технологических режимов прессования. Построена математическая модель, позволяющая определять влияние различных факторов на проникновение передающей среды с целью подбора оптимальных режимов прессования. При построении модели сделаны следующие допущения:

- рассматривается порошок с преобладанием в его составе сферических частиц одной фракции;
- в начальный момент прессования плотность прессовки равна плотности утряски порошка, которая определяется максимально плотной укладкой частиц;
- среда передает давление прессования равномерно во всех направлениях.

Входными параметрами модели являются диаметр частиц порошка, давление прессования и коэффициент трения передающей среды по материалу порошка. Выходным параметром модели служит показатель, численно равный отношению объема передающей среды, находящейся в порах прессовки, к объему всей прессовки.

Список литературы

1. Клименков С.С., Голубев А.Н. Совершенствование способов квазиизостатического прессования порошковых изделий сложной формы // В сб.: Физика процессов деформации и разрушения и прогнозирование механического поведения материалов: Труды XXXVI Международного семинара «Актуальные проблемы прочности» в 2-х частях (26-29 сентября 2000 г., г. Витебск). – Витебск, 2000. Ч. 2, с. 677-682.

А.А. Черник, А.И. Лисицина, И.М. Жарский

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ С ПОМОЩЬЮ ЦИНК-СИЛИКАТНОГО ПОКРЫТИЯ

Повышенная коррозионная агрессивность технологических сред в ряде отраслей промышленности (химической, нефтехимической, черной металлургии и др.) в сочетании с большими скоростями движения электролитов, высокими температурой и давлением являются основной причиной выхода из строя оборудования, аппаратуры и коммуникаций, что наносит огромный вред экономике республики. Поэтому одной из основных проблем в коррозии материалов является защита больших промышленных конструкций, для чего применяются покрытия различными красками, а также катодная и анодная защита. Недостатки этих способов следующие:

- в случае использования красок защищаемая поверхность подвергается коррозионному разрушению вследствие нарушения целостности покрытия;
- катодную и анодную защиту не всегда удается организовать, кроме того эти методы дороги.

Более перспективными для защиты от коррозии больших промышленных конструкций, трубопроводов, емкостей эксплуатирующихся в различных условиях являются современные металлосиликатные композиции. Основными преимуществами неорганических цинк-силикатных покрытий являются:

- отсутствие старения, обычно выражающегося в образовании трехмерных структур и охрупчивания покрытия;
- высокая стойкость к растворителям и маслам;
- высокая теплостойкость;
- технологичность благодаря отсутствию горючих и токсичных растворителей;
- высокая защитная способность в пресной и морской воде.

Однако наиболее важное их преимущество - высокая защитная способность, обусловленная отличным от обычных полимерных красок механизмом защитного действия. При равном числе слоев или толщине защитного слоя цинк-силикатные покрытия значительно превосходят по защитной способности полимерные покрытия.

Кроме того в ходе проведенных исследований было установлено: в качестве неорганической основы для антикоррозионного покрытия можно использовать жидкое стекло с модулем менее 4, а именно 3.4, что существенно снижает затраты на его производство. Существенному увеличению коррозионной и защитной стойкости полученных цинк-содержащих покрытий способствуют предварительное обезжиривание в 10 % жидком стекле с добавкой 0.2% пиррофосфата натрия и окончательная обработка 15% раствором $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$. Полученные цинк-силикатные покрытия выдержали более чем 1000 часов испытаний в водопроводной воде, а также в растворе хлорида натрия.

Н.Л. Смоляг, С.В. Болендрус, И.М. Жарский

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ТОКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕСПОРИСТЫХ МЕДНЫХ ПОКРЫТИЙ НА СТАЛИ

Вопросы повышения экологической безопасности гальванических производств связаны с использованием в производственном цикле менее токсичных электролитов. Для процессов непосредственного меднения стальной поверхности среди альтернативы цианистым электролитам можно рассматривать только пирофосфатные (дифосфатные) или этилендиаминовые.

При изучении возможности непосредственного меднения стальных изделий применялся дифосфатный электролит, содержащий в своем составе серноокислую медь, нитрат калия и пирофосфат калия. Основными контролируемыми параметрами при нанесении покрытия являлись прочность сцепления и пористость, поскольку последующие технологические операции предусматривают получение беспористого прочносцепленного с основой медного покрытия при толщинах от 12 до 40-50 мкм.

Установлено, что качество получаемого медного покрытия существенным образом зависит от способа предварительной механической подготовки поверхности (исследовались образцы полированные, прошедшие виброхимполировку, отпескоструенные). Вследствие этого последующие операции подготовки поверхности – обезжиривание и травление - требуют корректировки по продолжительности их проведения и составу применяемых растворов.

С целью снижения толщины беспористого медного слоя изучалась возможность применения нестационарных режимов электролиза, в частности, импульсного режима. Установлено, что реально достижимые амплитудные значения плотностей тока составляют 28-30 А/дм² при оптимальном соотношении времени импульса и времени паузы. Несмотря на увеличение продолжительности процесса осаждения меди при импульсном режиме возможно получение практически беспористого медного покрытия при толщине 9-12 мкм против 18-20 мкм на постоянном униполярном токе, что создает предпосылки для организации ресурсосберегающей технологии.

Предложены некоторые мероприятия, позволяющие повысить стабильность дифосфатных электролитов меднения в процессе длительной эксплуатации. Кроме того, оценена возможность изменения физико-химических свойств получаемого медного покрытия путем введения в электролит и осаждения в процессе электролиза частиц дисперсной фазы.

М. Люты, П.И. Заяш, Г.Н. Костюкович, В.И. Кравченко

Castrol GmbH, BDR

Белорусский государственный технический университет, г. Минск

Научно-технический центр ОАО “Белкард”, Гродно

ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ ДЛЯ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ УЗЛОВ ТРЕНИЯ

Исследованы триботехнические характеристики пластичных смазок на основе промышленных продуктов типа “Литол”, “Солидол”, “ЖТК 3”, модифицированные дисперсными частицами меди и оксидов. Дисперсный наполнитель получен в результате волочения медной проволоки и представляет собой механическую смесь меди, оксидов и ПАВ. Размеры частиц составляли от 0,1 до 50 мкм при толщине 0,01-0,1 мкм. Содержание наполнителя составляло 0,1÷10 мас%. Модификатор вводили при механическом перемешивании с базовой смазкой. Триботехнические исследования, проведенные на машине трения типа УМТ по схеме “вал-частичный вкладыш”, свидетельствуют о высокой эффективности модификатора как противоизносной и антифрикционной присадки.

Введение присадки снижает в 2-3 раза коэффициент трения и в 5-8 раз интенсивность изнашивания пары ст45-ст45 при скорости скольжения 0,5÷1,0 м/с и удельной нагрузке 1-2,5 МПа.

Эффект обусловлен образованием на поверхностях трения разделительных слоев и высокой нагрузочной способностью. Исследование состава модифицированной смазки после фрикционного взаимодействия свидетельствует об образовании металлосодержащих соединений типа солей жирных кислот. Высокомолекулярные металлосодержащие соединения являются хорошей противоизносной присадкой, существенно повышающей служебные характеристики базовых пластичных смазок. Одновременно с образованием в результате трибохимических превращений металлосодержащих соединений происходит пластифицирование текстурированных частиц меди. В результате действия ПАВ, присутствующих в смазке и образующихся при трибохимических реакциях, изменяется способность коллоидных частиц к передеформированию и взаимодействию с микронеровностями контртела. При этом образуется специфическая структура, выглаживающая рельеф и обеспечивающая снижение уровня контактных напряжений. Возможно также электрохимическое восстановление меди из металлосодержащих соединений на ювенильных участках поверхностей трения, образующихся в результате разгрузки локальных микроучастков схватывания. Таким образом, в зоне трения формируется специфическая структура смазочного слоя, обеспечивающая повышение нагрузочной способности пары и уменьшения тепловой напряженности узла. Дополнительный эффект наблюдается при введении в актив смазки ПАВ типа гудронов растительных масел или высокомолекулярных продуктов типа порошкообразных полиолефинов, полиамидов и фторопластов. Наличие высо-

комолекулярной полимерной фазы в зоне трения приводит к образованию металлополимерного соединения с повышенной нагрузочной способностью. В результате эксплуатационный диапазон базовых пластичных смазок расширяется в 2-3 раза. Пластичные смазки, модифицированные ультрадисперсными частицами металлов, обеспечивают увеличение эксплуатационного ресурса тяжело нагруженных узлов трения в автомобильных агрегатах типа карданных передач большегрузных автомобилей.

А.Э. Сечко

Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения
НАН Беларуси, г. Гродно

**РАЗРАБОТКА ТКАНЫХ И НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ С
РЕГУЛЯРНЫМ КЛЕЕВЫМ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫМ ПОКРЫТИЕМ
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ СИСТЕМ**

В швейной, обувной, кожгалантерейной, автомобильной промышленности и при производстве других товаров народного потребления широко применяются клеевые материалы. Все большую популярность приобретают современные самоклеющиеся и термопластичные изделия. Их преимущество перед традиционными растворными связующими очевидно. Современные клеевые материалы более экологически чистые, удобны в применении и характеризуются хорошими техническими характеристиками.

В промышленности Республики Беларусь широко используются клеевые материалы, но в большинстве импортного производства или растворные связующие. Дефицит отечественных клеевых материалов связан с недостаточно развитой научной базой производства и применения современных клеев.

В НИЦ ПР НАНБ на протяжении нескольких лет ведутся работы по созданию новых термопластичных связующих. Нами разработана термопластичная клеевая сетка и технология дублирования тканых и нетканых материалов. На основе этих двух разработок был предложен способ получения материала с регулярным термопластичным клеевым покрытием для дублирования деталей одежды, обуви, кожгалантерейных и других изделий.

Материал представляет собой ткань или нетканое полотно с односторонним покрытием из клеевой сетки. Такой материал удобен в применении и не требует дополнительных операций по нанесению клея. Разработанное изделие рекомендуется для дублирования преимущественно всех типов ткани и нетканых полотен, для постоянной фиксации аппликаций, вышивки, лейблов, а также листовых изделий типа ДВП, ДСП и фанеры.

Основные характеристики материала с регулярным термопластичным клеевым покрытием приведены в таблице.

При склеивании и эксплуатации разработанный материал не выделяет вредных веществ и экономит энергию и обладает высокой прочностью клеевого соединения, газопроницаемостью и гибкостью склеенной конструкции.

И.А. Ровенская , Н.С. Ручай , Н.В. Гриц

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНОЙ ВОДЫ
МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА В
АНАЭРОБНЫХ УСЛОВИЯХ**

Исследован анаэробный процесс очистки сточной воды Столбцовского молочного завода. Анаэробную обработку сточных вод производили в лабораторном биореакторе объемом 0.5 л с фиксированной насадкой типа “ВИЯ”, функционирующем в периодическом режиме в мезофильных условиях (30°C). Плотность загрузки биореактора носителем 12 г/л. Запуск биореактора и вывод его на стабильный режим работы осуществляли в течение 20 суток. Изменение уровня загрязненности воды в биореакторе контролировали по величине ХПК.

Исследования показали, что средний уровень загрязненности общего стока предприятия составляет 1200-2000 мг/л по ХПК. Доля биологически окисляемых загрязнений (БПК₅) составляет 30-40% от величины ХПК. Значение рН изменяется в пределах 6-9. Температура сточных вод около 30°C, что способствует эффективной анаэробной очистке. Содержание взвешенных веществ от 40 мг/л до 1100 мг/л (90% из них - органические соединения).

В лабораторном биореакторе анаэробной обработке подвергали средне-суточную пробу сточной воды (ХПК=1200 мг/л), сточную воду с максимальным уровнем загрязненности (ХПК=12000мг/л) и предварительно разбавленную молочную сыворотку (ХПК натуральной сыворотки 130000 мг/л). Результаты эксперимента свидетельствуют, что степень очистки сточных вод молокоперерабатывающего производства в анаэробных условиях составляет 76-83%. Степень очистки среднесуточного стока (83%) достигается за 16 часов.

Результаты исследований свидетельствуют о высокой эффективности анаэробной очистки сточных вод молокоперерабатывающего производства и пригодности этого метода для предварительной очистки стока.

Марка клеевого покрытия	Плотность клеевого покрытия (г/м ²)	Условия склеивания	
		Т (°С)	Давление (Мпа)
Тип-1	40-80	110-120	0,5-1,0
Тип-2	40-80	140-150	1,0-3,0
Тип-3	40-80	170-180	1,0-3,0

С.И. Коврик

Институт проблем использования природных ресурсов и экологии
НАН Беларуси, г. Минск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФОЩЕЛОЧНЫХ СУСПЕНЗИЙ ДЛЯ СВЯЗЫВАНИЯ КАТИОНОВ ХРОМА

Решение проблемы очистки сточных вод связано с разработкой технологий на основе новых дешевых материалов, способных эффективно извлекать тяжелые металлы и утилизировать образующиеся высокотоксичные осадки.

Одним из возможных решений данного вопроса может быть использование таких природных сорбентов, как торф и гуминовые кислоты (ГК), способность которых к ионному обмену и комплексообразованию обуславливает широкие возможности использования их для очистки сточных вод. Положительным является и то, что ГК и торфощелочные суспензии (ТЩС) - нетоксичный, экологически чистый, относительно дешевый и легкодоступный продукт.

Исследованы особенности связывания катионов хрома из модельных монокатионных растворов ГК торфа и ТЩС.

Показано, что основными факторами образования металлгуминовых комплексов являются рН, концентрация гуминовых веществ и соотношение металл: ГК в растворе. Варьируя указанными параметрами, можно получать металлгуминовые комплексы определенного состава, что позволит разработать новые подходы к регенерации металлов.

Предложен механизм сверхэквивалентного связывания катионов хрома гуминовыми веществами, включающий стадии “микрокоординации” (взаимодействие катионов по функциональным группам ГК по обменному механизму и с участием комплексообразования) и “макрокоординации” (сорбция сверхэквивалентных количеств катионов на развитой поверхности образовавшихся коллоидов).

Сделан качественный и количественный анализ образующихся осадков. Показано, что при определенных условиях в осадке до 50-70% хрома связаны в металлорганических комплексах, в которых ГК связывается до 90% хрома, а на долю остального органического вещества приходится до 10%.

Показана перспективность использования ТЩС для очистки хромсодержащих растворов. При этом степень очистки исследуемых растворов превышает 90%.

¹В.А. Бородуля, ²В.П. Василевич, ¹Л.М. Виноградов, ¹О.С. Рабинович,
³В.Н. Степаненко, ¹А.В. Акулич

¹Институт тепло - и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, г. Минск

²ООО "ПЛАСТМА", г. Минск

³ГП "Минский НИИ РМ", г. Минск

ПОЛУЧЕНИЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО КРЕМНИЯ ИЗ МОНОСИЛАНА В РЕАКТОРЕ КИПЯЩЕГО СЛОЯ

Кремний имеет возрастающий спрос на мировом рынке для производства солнечных элементов и в микроэлектронике. Традиционные источники сырья и технологии его получения малопроизводительны, энергоемки и не способны удовлетворить потребности рынка.

Принципиально новая технология производства высокочистого поликристаллического кремния основывается на использовании в качестве сырья одного из отходов фосфатного производства – кремнийфторида натрия. Гранулированный поликристаллический кремний получается при термическом разложении промежуточного продукта технологии – моносилана в реакторе кипящего слоя. Небольшие частицы кремния в виде зернистого материала, т.н. зародыши, вводятся в реактор, и затем подается газовая смесь моносилана с водородом или инертным газом (аргон, гелий, азот). При температуре свыше 600°C происходит разложение моносилана с образованием кремния, который осаждается на псевдоожигаемых газовым потоком кремниевых частицах. В процессе осаждения кремния размеры частиц возрастают от нескольких сотен микрон до 1,0 мм. Образующийся плотный гранулированный поликристаллический кремний монодисперсного состава облегчает его последующую загрузку в емкости, транспортировку и переработку, что позволяет автоматизировать процессы.

Использование реактора кипящего слоя для получения поликристаллического кремния имеет ряд преимуществ перед традиционным реактором стержневого типа, среди которых следует выделить возможность организации непрерывного процесса и высокую производительность реактора. Изотермичность кипящего слоя обеспечивает повышение тепловой эффективности реактора и рост выхода кремния, а хорошее перемешивание кремниевых частиц позволяет получать их однородную поверхность. Все эти факторы способствуют значительному снижению себестоимости товарного продукта.

Термическое разложение моносилана представляет собой сложный процесс, включающий различные стадии. Многостороннее исследование процесса в реакторе кипящего слоя с привлечением современных физико-химических методов позволяет получить его полную картину и выбрать оптимальные режимные параметры высокопроизводительной энергоэффективной технологии.

Разработана экспериментальная установка получения гранулированного кремния из моносилана с реактором кипящего слоя.

А.А. Черник, С.Н. Рагозина, И.М. Жарский

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ЭЛЕКТРОЛИЗА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ АЛМАЗНОГО ИНСТРУМЕНТА

Преимущества электрохимического способа изготовления алмазного инструмента (простота, отсутствие требует сложного оборудования) предопределили его широкое использование. В Республике Беларусь таким производством занимается НПООО “Система” и “Алтех”. Однако при изготовлении прецизионных алмазных боров возникает ряд трудностей, а именно: дендритообразование на тонких рабочих поверхностях инструмента, частичная потеря блеска. Это связано низкой рассеивающей способностью электролитов никелирования и большой толщиной осаждаемого металла.

Применение нестационарных токовых нагрузок (периодический, импульсный, реверсный ток) в практике электроосаждения гальванических покрытий позволяет существенно расширить возможности управления свойствами получаемых покрытий. Многочисленными исследованиями показано, что применение нестационарных токов позволяет в ряде случаев управлять преимущественной ориентацией и размером кристаллов, влиять на морфологию поверхности осадков и количество примесей в них, выход по току. В этой связи целью данной работы является использование нестационарных токовых нагрузок при изготовлении алмазного инструмента для улучшения качества покрытия, предотвращения дендритообразования и увеличения скорости осаждения, уменьшить материальные затраты на единицу продукции.

Влияние нестационарной токовой нагрузки на качество покрытия оценивали при осаждении никеля из стандартного электролита Уоттса при температуре 50-55 °С на латунные и стальные образцы, а также на заготовки зубного инструмента (боры). Установлено, что в области плотностей тока 20-50 А/дм², времени импульса $\tau_{\text{и}}=1$ мс, времени паузы 2-20 мс, при толщине никелевого покрытия $\delta=10-80$ были получены блестящие покрытия без присутствия в электролите специальных блескообразующих добавок. В случае применения реверсного режима электролиза при осаждении никелевого покрытия толщиной более 80 мкм с временем анодного импульса $\tau_{\text{а}}=1$ мс были получены блестящие покрытия и отсутствовали дендриты.

Таким образом, применение нестационарных режимов получения никелевых покрытий позволяет если не исключить использование блескообразователей, то несколько уменьшить их содержание в растворе, исключить дендритообразование и увеличить скорость осаждения покрытия.

¹М.М. Шкабара, ¹А.А. Черник, ²А.Г. Жуковец, ¹И.М. Жарский

¹БГТУ, г.Минск

²НИИ онкологии, г.Минск

АНОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ОПУХОЛЕЙ

Большое внимание медиков и биологов привлекает клиническое использование электрохимических методов как нового способа терапии рака. Этот способ остановки клеточного роста может стать основой нетоксической терапии рака, которая в то же время неинвазивна, оказывает только местное действие, не связана с большими расходами и проста в проведении. Современные способы лечения рака являются, главным образом, эмпирическими по своей природе, и сами онкологи определяют их словами: резать, жечь и травить. В противоположность им безболезненная электротерапия будет научно обоснованной, имея при этом потенциал для излечения большинства видов рака. Энзим рибонуклеотидная редуктаза (РР) управляет синтезом предшественников ДНК и, таким образом, играет ключевую роль в клеточном росте. Новый способ торможения активности этого ключевого для клеточного роста энзима протекает из того факта, что активный участок РР содержит свободный радикал тирозил, который важен для активности этого энзима. Такие свободные радикалы можно нейтрализовать свободными электронами, легко получаемыми в форме постоянного электрического тока (ПТ). Таким образом, ПТ- терапия должна приводить к ингибированию РР и остановке роста злокачественных клеток. Свободные радикалы образуются в биологической среде когда на нее воздействует напряжение превышающее 1-2 В. Если противоопухолевый эффект электротерапии реализуется вследствие выведения из строя ключевого энзима РР в результате свободнорадикальных взаимодействий, то наиболее оптимальным является напряжение 1-3 В. Изменение рН электролита происходит в пределах от 7 до 3 в анодной области и до 12 в катодной области. Если деактивация энзима РР является главным механизмом, обеспечивающим эффективность электротерапии, то не имеет значения, имплантированные ли электроды или находятся на поверхности, - главное, чтобы опухоль находилась на пути прохождения тока. Целью эксперимента являлось определить электроды, способные заменить дорогостоящую Pt. В качестве электродов использовались следующие материалы: Pt, стальные иглы различного медицинского назначения, пруты из Ti, Cu. Тот факт, что при использовании различных материалов электродов были получены примерно одинаковые результаты, указывает, что все электроды действуют всего лишь как проводники электронов. Окисление и коррозия делает Cu и стальные электроды менее подходящими, Ti при анодной поляризации пассивируется. Однако при использовании стальных игл однократно, что используется при проведении любых инъекций, последние оказываются очень привлекательным анодным материалом.

М.Т. Соколов, С.В. Антипов

БГТУ, г. Минск

МЕХАНО-ХИМИЧЕСКАЯ И ТЕРМИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ ФОСФАТНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ФОСФОРИТОВ

Объектом исследования является фосфоритная мука Полпинского месторождения (содержание лимонорастворимой формы P_2O_5 – 45,4% от общего содержания P_2O_5), которая подвергалась механохимической и термической активации, а также активации в присутствии соактивируемых добавок (сульфат аммония, хлорида калия).

В работе исследовались смеси $P_2O_5:N_2=1:1$ и $P_2O_5:N_2:K_2O=1:1:1$. Механохимическую активацию проводили на: дисмембраторе, вибромельнице, струйно-вихревой, шаровой, а также на планетарной мельницах. В результате исследований было выявлено, что наибольший эффект активации (переход P_2O_5 в лимонорастворимую форму до 98 % от общего его содержания) достигается в мельнице планетарного типа в присутствии соактивируемых добавок ($P_2O_5:N_2:K_2O=1:1:1$) с последующей термообработкой (200 °С).

Наличие простой, неэнергоёмкой, бескислотной технологии переработки дешевой фосфоритной муки на фосфорные и комплексные удобрения позволит:

- существенно снизить себестоимость 1 т усвояемой P_2O_5 ;
- резко сократить темп накопления экологически опасного отхода традиционной кислотной переработки – фосфогипса;
- существенно сократить импорт апатитового концентрата и серы;
- заметно расширить ассортимент комплексных удобрений по простым, легко перестраиваемым технологическим схемам;
- организовать производства комплексных удобрений непосредственно в районах, производящих сельхозпродукцию.

Предварительно проведенные в лабораторных условиях эксперименты указывают на высокую перспективность данного направления, особенно, в условиях, сложившихся на фосфатно-сырьевом рынке Республики Беларусь.

В.А. Салоников, Л.С. Ещенко

БГТУ, г. Минск.

ПОЛУЧЕНИЕ ОРАНЖЕВО-КРАСНОГО ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕГО ПИГМЕНТА

Красные железоксидные пигменты являются самыми распространенными хроматическими неорганическими пигментами благодаря своим свойствам: стойкости к действию света, слабых кислот и щелочей, непрозрачности для ультрафиолетовых лучей, высокой укрывистости и относительно низкой стоимости. Для улучшения малярно-технических характеристик

железооксидных пигментов (яркость, чистота цвета) их модифицируют соединениями алюминия, кремния, фосфора и др.

Цель данной работы явилось получение оранжево-красного пигмента, характеризующегося высокой яркостью и чистотой цвета. В качестве исходных реагентов использовался железный купорос и цеолит NaA. Процесс получения пигмента включает следующие стадии: прокаливание железного купороса при 250°C, смешение полученного FeOHSO_4 с цеолитом NaA, репульпацию смеси в воде, гидротермальную обработку суспензии, фильтрацию, промывку, сушку и прокаливание осадка. Установлено, что продуктом гидролиза FeOHSO_4 , протекающего при гидротермальной обработке исходных реагентов, является слабо кристаллизованный гетит, осаждающийся на частицах цеолита, средний размер которых составляет 0,5 мкм. На стадии прокаливания гетит превращается в стабильную фазу гематит ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$).

Полученный продукт представляет собой пигмент оранжево-красного цвета с содержанием хромофора Fe_2O_3 26-28%. Укрывистость пигмента – 10-20 г/м², маслосмекость – 45-53 г/100г, доминирующая длина волны 597-602 нм. Пигмент отличается от традиционных красных железооксидных повышенной яркостью ($Y = 26 - 29 \%$), чистотой цвета ($P = 40 - 45\%$).

Достоинством разработанной технологии, в отличие от традиционной, является применение гидротермальной обработки исходных реагентов, обеспечивающей равномерное распределение зародышей новой фазы в объеме реакционной среды и образование осадка с практически одинаковыми формой и размером частиц, что и обуславливает высокую яркость и чистоту цвета получаемых пигментов.

УДК 674.823 : 66.074.7

Н.А. Шманькова, И.Л. Соловьева

БГТУ, г. Минск

СПОСОБ ОЧИСТКИ ГАЗОВОЗДУШНЫХ ВЫБРОСОВ ОТ ФОРМАЛЬДЕГИДА И АММИАКА СОРБЕНТАМИ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ ВОЛОКНИСТВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Предприятия деревообрабатывающей промышленности являются источниками значительных (измеряющихся в тоннах) выбросов в атмосферу формальдегида, аммиака и целого ряда органических веществ, используемых при производстве клеев и лаков. Активные исследования состава и объемов побочных парогазовых смесей, образующихся в различных процессах химической и термической переработки древесины, свидетельствуют о значимости их роли в происходящем загрязнении атмосферного воздуха. Анализ опубликованных данных показывает, что наиболее часто встречаются следующие компоненты газовых выбросов: формальдегид, бутилацетат, фенолы, уксусная кислота, а также растворители типа ксилола и бензиновых смесей.

С целью снижения загрязнения атмосферы вышеуказанными веществами нами исследована возможность очистки газовойоздушных выбросов деревообрабатывающих предприятий сорбентами на основе природных волокнистых материалов, в частности древесных опилок.

Синтез сорбентов на основе древесных опилок осуществлялся различными способами. Основными стадиями синтеза сорбентов являются пропитка древесных опилок фосфорилирующими реагентами и термозакалка полученного материала. Способ синтеза не требует сложного аппаратного оформления, дешев и неэнергоёмок. Немаловажным является и тот факт, что основой сорбционных материалов являются отходы производства.

Кроме очистки газовых сред возможно применение подобных сорбентов для очистки жидких сред от ионов тяжелых металлов и ионов жесткости воды. При этом синтез сорбентов должен включать стадию промывки сорбента.

Установлено, что поглощательная способность сорбционных материалов колеблется в интервале 9,3-14,2% масс по формальдегиду и 1,6-5,0% масс по аммиаку.

Отработанные сорбенты можно использовать в качестве наполнителей древесностружечных плит. Другим способом утилизации таких отработанных сорбентов может быть их использование для производства удобрений.

Е. Н. Мицкевич, Г.И. Новиков

Белорусский государственный технологический университет, г.Минск

КИНЕТИКА ЖИДКОФАЗНОГО ОКИСЛЕНИЯ КОМПЛЕКСА Fe²⁺ С ЭТИЛЕНДИАМИНТЕТРАУКСУСНОЙ КИСЛОТОЙ КИСЛОРОДОМ

В основе одного из абсорбционно-окислительных методов очистки углеводородсодержащих газов от сероводорода лежит реакция взаимодействия этилендиаминтетраацетата железа(II) FeЭДТА²⁻, образующегося на первой стадии процесса, с кислородом по схеме:



Эта реакция является лимитирующей в процессе сероочистки, поэтому изучение ее кинетики позволит эффективно управлять последним.

Скорость данного процесса зависит не только от концентрации реагирующих веществ и температуры, но и от pH, достигая максимального значения при pH около 3. Известно, что в кислых растворах некоторый избыток ЭДТА по сравнению со стехиометрией комплекса защищает комплекс от диссоциации, а при pH > 4 скорость окисления FeЭДТА²⁻ в присутствии ЭДТА уменьшается. Отмечено, что на механизм и скорость процесса существенное влияние оказывает также и введение в раствор других лигандов.

Нами проведено исследование скорости окисления растворов комплекса FeЭДТА²⁻ в присутствии сульфосалициловой кислоты при температурах 25 и 45°C и концентрациях реагентов, реально используемых в процессе, с применением метода планирования эксперимента. Скорость реакции и глубину

окисления комплекса контролировали по содержанию в растворе ионов Fe^{2+} . Найдено, что в кислой среде (рН 2,5-3,5) кажущаяся скорость реакции максимальна для растворов, в которых мольное отношение Fe^{2+} - ЭДТА²⁻ - сульфосалициловая кислота составляет 1:1:1.

¹Р.А. Кусин, ¹Г.А. Бокань, ²В.М. Капцевич, ²А.В. Калиновский

¹ГНУ ИПМ, г. Минск

²БГАТУ, г. Минск

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ ПРИ ОБКАТКЕ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Очистка моторного масла, используемого при обкатке восстанавливаемого дизельного двигателя, является одним из основных компонентов, повышающих надежность процесса обкатки, улучшения прирабатываемости трущихся пар в двигателе, уменьшения случаев отказа при обкатке и задиров вкладышей коленчатого вала, что в свою очередь повышает послеремонтный эксплуатационный период двигателя. При этом наибольший вред узлам трения наносит присутствие в моторном масле твердых частиц с размерами 10-40 мкм; в тоже время при очистке масла с помощью центрифуги, что характерно для мотороремонтных заводов республики, часть частиц указанных выше размеров проникают в систему смазки. Удаление этих частиц из подаваемого в обкатываемый двигатель масла является актуальной задачей, а порошковые фильтрующие материалы (ПФМ) на основе сферических порошков оловянно-фосфористой бронзы является, как показал накопленный опыт, перспективным материалом для ее решения. Фильтры из ПФМ выдерживают многократную регенерацию, не боятся воздействия влаги и обеспечивают надежное, с заданной тонкостью очистки, задержание механических примесей из моторного масла.

При изучении эффективности применения ПФМ для очистки моторных масел были исследованы структурные и гидродинамические свойства изготовленных из них экспериментальных образцов. Установлено, что выбранный фильтрующий материал обеспечивает регулирование свойств в широком диапазоне. Определена расходная характеристика образцов в диапазоне 25-90°С. Так, удельный расход масла через образец с пористостью 0.403, средним размером пор 69 мкм и коэффициентом проницаемости $329 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2$ при перепаде давления 0.01 МПа изменяется от 0.005 до 0.03 л/мин·см² при соответствующем изменении температуры от 25 до 90°С. Установлена взаимосвязь между эффективностью фильтрации загрязненного масла и фильтрующими свойствами экспериментальных образцов, определена структура ПФМ, удовлетворяющая поставленным требованиям к окончательной очистке масла в процессе обкатки.

Предварительные расчеты показывают, что применение ПФМ на основе металлических порошков в качестве фильтров в кассетных блоках для очистки моторного масла при обкатке восстанавливаемых дизельных двигателей позволит получить до 30% экономии масла и уменьшить на 2-3% количества отказов при обкатке.

Работа выполняется в рамках задания 1.44 ГНТП “Ресурсосбережение–2005”.

М.Н. Грицевич, А.И. Воскобоев, Л.В. Кириллова

Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения
НАН Беларуси, г.Гродно

ПОЛУЧЕНИЕ ПОРИСТЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ

В последнее время все большее применение находят полимерные материалы, обладающие пористой структурой. Широкий диапазон их использования в качестве сорбентов, мембран, фильтров и т.д. обуславливает высокие требования, предъявляемые к материалам подобного рода. Полимерные фильтры и сорбенты должны производить фильтрацию (или сорбцию) с получением веществ с высокой степенью чистоты. Это требование выполнимо в том случае, если полимерный материал имеет строго определенную структуру и морфологию пор.

Изыскание новых путей и наиболее эффективных способов получения полимерных проницаемых материалов с требуемыми свойствами позволило авторам путем внедрения биотехнологии разработать способ биохимической деструкции наполнителя в полимерной пленке.

Основная цель, которая стояла перед нами – получение полимерных пленок, которые должны применяться как пористые симметричные мембраны в микрофильтрации. Поэтому основными задачами были - создание в пленке равномерного распределения наполнителя с заданной его геометрией и оптимизация биосинтеза ферментативной системы мицелиальных грибов.

Получены образцы композиционных пленок на основе отечественного полиэтилена (80-85% мас.) как связующего и природных наполнителей (дубовая и сосновая пыль, льнокостра со средним диаметром $0,12 \pm 0,08$ мм), содержащих целлюлозу и гемицеллюлозу с последующим использованием метода горячего прессования.

Нами применялись активные штаммы мицелиальных грибов из рода *Trichoderma*, *Mucor*, *Aspergillus* и *Penicillium* для деструкции наполнителей в образцах композиционных полимерных пленок. Был исследован и раскрыт механизм биодеструкции мицелиальными грибами в системе наполнитель (полимерная матрица)-фермент-пора.

В результате проведенных опытов получены образцы пористых пленок. Они имели вид пластин с размерами $60 \pm 10 \times 60 \pm 10 \times 0,6 \pm 0,2$ мм, величиной глобулярных пор - 50-600 мкм и с диапазоном высокой поверхностной пори-

стости (до 73%). Исследования проницаемых образцов пленки на механическую прочность (по ГОСТ 14236-81) и структуры (по компьютерной программе “nanoImages”) показали, что их можно применять как полимерные микрофильтры в пищевой промышленности. Поэтому мицелиальные грибы, относящиеся к активным деструкторам полисахаридов (целлюлозы и гемицеллюлозы), можно использовать в композиционных полимерных материалах для получения проницаемых пленок и смоделировать любую их пористую структуру.

Необходимо отметить, что таким же способом можно получать пористые полимерные пленки, которые можно назвать “вторая кожа” и использовать их для фасовки свежих овощей и фруктов при хранении в холодильнике.

Таким образом, применение биотехнологического способа (биодеструкции) в композиционных материалах позволит получать проницаемые полимерные пленки с заданной геометрией пор и развитой пористой структурой.

И.А. Ельшина, Г.Н. Абаев, А.И. Ельшин, Р.А. Андреева

УО “Полоцкий государственный университет”, г. Новополоцк

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ АКТИВНОГО ИЛА ПРИ ЕГО КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ

Биологическая очистка сточных вод с использованием активного ила (далее АИ) является неотъемлемой частью крупных промышленных и городских очистных сооружений. Основным отходом биологической очистки является избыточный АИ, твердая фаза которого состоит из органической части, включающей в себя биоценоз микроорганизмов, и минеральную часть. Связанная в АИ вода осложняет его прямую утилизацию и требует применения процессов обезвоживания. Среди разнообразных способов утилизации АИ особое внимание привлекает технология комплексной переработки органосодержащих отходов, разработанная в УО “ПГУ” (далее КПОО), которая включает в себя, в зависимости от вида органики, сгущение, метаногенную обработку АИ и последующий его пиролиз, с целью получения высококалорийного газа. Поскольку влажность органосодержащих отходов влияет на общие энергозатраты технологии КПОО, необходимо обеспечить требуемую влажность осадка (60-70%) за счет дополнительного обезвоживания осадка.

Объектом исследований служил активный ил очистных сооружений нефтеперерабатывающего завода (РУП ПО “Нафтан”). Водоотдающие свойства АИ исследовались для двух видов осадков: избыточный АИ из заводских отстойников влажностью 96 – 98% и смесь избыточного АИ с осадком первичных отстойников, прошедшая обработку флокулянтам и центрифугированием на заводе, с конечной влажностью 84 – 89%.

Лабораторное центрифугирование показывает, что в принципе промышленно обезвоженный осадок может при повторном центробежном отжиме

отдать дополнительное количество влаги. Исследование АИ проводилось на лабораторной центрифуге с фактором разделения $K_p = 2667$ до равновесного состояния дисперсной фазы. Для того, чтобы получить менее влажный осадок, и при этом сохранить долю органики в осадке на уровне 60%, целесообразным является дополнительное обезвоживание обработанного АИ. С этой целью может быть использовано центрифугирование при увеличенных числах оборотов, либо применена дополнительная физико-химическая обработка АИ, позволяющая получить конечную влажность АИ порядка 60-70%.

Б.А. Волков, Б.И. Петровский, О.Г. Гринкевич

ЗАО “Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством”, г. Солигорск

**ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТНОЙ СЕЛЕКТИВНОЙ ВЫЕМКИ
КАЛИЙНЫХ ПЛАСТОВ НА РУДНИКЕ 2 РУ ПО
“БЕЛАРУСЬКАЛИЙ”**

Разрабатываемые на рудниках ПО “Беларуськалий” калийные пласты имеют сложное строение, заключающееся в том, что между слоями полезного ископаемого располагаются слои пустой породы. Применяемая технология валовой, совместной выемкой слоев столбовыми системами разработки с управлением кровлей полным обрушением, не соответствует современным требованиям. При этом огромные объемы пустой породы отбиваются вместе с полезным ископаемым, поднимаются на поверхность, участвуют в технологическом цикле на СОФ и, в конечном счете, складываются и занимают огромные площади на поверхности шахты, оказывая вредное воздействие на окружающую среду. Поэтому на руднике 2 РУ ПО “Беларуськалий” в последнее время настойчиво проводятся эксперименты по селективной выемке калийных пластов. По этой технологии пустая межпластовая порода разрушается забойным комбайном, транспортируется конвейером в пределах забоя и складывается в выработанном пространстве. Таким образом, отработано 4 панели. Предварительный анализ результатов работы селективных лав показывает, что при незначительном снижении производительности труда успешно решается ряд проблем, которые не могли быть преодолены при ранее применяемой технологии добычи:

- оставляется пустая порода в шахте;
- значительно повышается качество добываемой руды;
- повышается эффективность управления кровли при частичной закладке выработанного пространства.

В.А Губанов, Э.Б. Пасюк, П.А. Гепоян, А.Л. Поляков

ЗАО “Солигорский институт проблем ресурсосбережения с опытным производством”, г. Солигорск

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ СОЛЯНЫХ ПОРОД
С ЦЕЛЮ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ КРЕПЛЕНИЯ
ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК И РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ
ЗАБОЙНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Исследования физико-механических свойств соляных пород на Старобинском месторождении калийных солей велись с первых дней его освоения различными организациями бывшего СССР. Все ранее выполненные исследования, в основном, были проведены в пределах шахтного поля 1РУ и направлены, как правило, на изучение предела прочности пород на одноосное сжатие по керновому материалу, отобранному из скважин эксплуатационной разведки.

В работе проводятся результаты исследований прочностных свойств соляных пород, выполненных на руднике ЗРУ по Второму и Третьему калийному горизонту в пределах продуктивных пластов. Анализ результатов испытаний соляных пород говорит о существенной изменчивости прочностных свойств по площади месторождения, и особенно для условий Третьего калийного горизонта. Впервые для месторождения выполнены комплексные исследования прочностных свойств соляных пород, которые включали: изучение прочности пород на одноосное сжатие, изгиб, растяжение.

Результаты работы используются при расчете параметров крепления горных выработок анкерной крепью, выборе несущей способности крепи и шаге ее установки, что позволило на некоторых участках шахтного поля ЗРУ снизить объем анкеров в 1,1-1,2 раза. Кроме того, результаты исследований использованы при пересмотре норм расхода режущих зубков на добычных комбайнах.

Т.Н. Обыденнова

ЗАО “Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством”, г. Солигорск

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ
ПОВЕРХНОСТИ НА 4-ОМ ШАХТНОМ ПОЛЕ**

Наибольший интерес для исследований представляет шахтное поле 4 РУ, в пределах которого выделены четыре основных горизонта, относительно равномерно расположенных в разрезе. Расстояние между 1 и 2 горизонтами 62-85 м, 2 и 3 — 61-256 м, 3 и 4 — 163-238 м.

В притектонической зоне центрального нарушения наблюдается падение пласта с востока на северо-восток в районе 19 южной панели от 6 до 13°. Падение пластов южных панелей на северо-восток составляет 3°, то есть в

рельефе Второго калийного горизонта отмечается ложбина.

Объектом исследований является сдвигение земной поверхности в сложных горно-геологических условиях и на аномальных участках (тектонические нарушения и притектонические зоны).

Современные геолого-геоморфологические процессы протекают более интенсивно, что подтверждается ретроспективным аэрокосмическим мониторингом. Восточный блок, к которому приурочено шахтное поле 4 РУ в общей неотектонической структуре шахтных полей испытывает мобильные положительные подвижки “ст. Современная геодинамика 4 шахтного поля ПО “Беларуськалий”, 1997”.

Методика расчета позволяет учитывать особенности процессов сдвигения и деформаций земной поверхности от влияния горных выработок, а также аномальных участков месторождения за зоной влияния горных работ на месторождении, и в частности на 4-ом шахтном поле и оперативно принимать решения.

Т.Н. Обыденнова

ЗАО “Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством”, г. Солигорск

ВЛИЯНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ НА ПРОЦЕССЫ СДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Промышленной отработке на Старобинском месторождении калийных солей подлежат Второй и нижняя пачка Третьего калийного пластов. Второй пласт состоит из трех слоев: нижний сильвинитовый, средний слой каменной соли и верхний сильвинитовый. Глубина его залегания достигает 368-712 м.

Ниже Второго пласта, примерно на 200 м, залегает Третий калийный пласт, который состоит из следующих слоев: II, III и IV, и слоев каменной соли, II-III и III-IV, расположенных между сильвинитовыми слоями.

Независимо от применяющихся систем разработки (с обрушением кровли или с поддержанием ее деформирующимися во времени целиками) нарушается равновесное состояние породного массива. Происходит сдвигение вышележащей толщи горных пород и земной поверхности.

Характер протекания процесса в отдельные промежутки времени отличается разными скоростями и продолжительностью в связи с различным извлечением и глубиной ведения горных работ. В подработанном массиве происходит перераспределение напряженного состояния, проявляются новые зоны разгрузки опорного давления и т.д., что приводит к деформациям земной поверхности.

Для возможности прогноза развития этого процесса во времени и производства предрасчетов ожидаемых деформаций на заданный промежуток времени в условиях Четвертого шахтного поля разработана методика определения параметров сдвигения земной поверхности при работе лавами.

В.Я. Щерба, Б.И. Петровский, П.И. Калиниченко

ЗАО “Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с опытным производством”, г. Солигорск

**ТЕХНОЛОГИЯ ОТРАБОТКИ ТРЕТЬЕГО ПЛАСТА
СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ЗАХОРОНЕНИЕМ
ОТХОДОВ ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

Отработка Третьего пласта на глубине залегания более 850 м, характеризуется высокими потерями полезного ископаемого в недрах из-за необходимости оставления широких охранных целиков. Кроме того низкая устойчивость подготовительных выработок IV сальвинитового слоя является причиной исключения его из отработки. В настоящее время с учетом проблем захоронения вредных отходов целесообразнее вести селективную выемку Третьего пласта, которая повышает устойчивость подготовительных выработок, снижает потери запасов сырья и предусматривает использование выработок в народном хозяйстве.

Сущность технологии заключается в сокращении до минимума срока службы выемочных штреков лавы, что достигается поэтапным проведением их впереди забоя лавы с использованием полевых панельных выработок. Для осуществления проветривания очистного и подготовительных забоев и оптимальной транспортировки горной массы, подготовительные выработки нарезаются участками, которые оконтуриваются полевыми сбойками и квершлагами, выходящими на пластовые вспомогательные выработки. При этом порода из подготовки по выемочному штреку подается в выработанное пространство лавы.

Полевые сбойки по мере отработки выемочного столба изолируются и используются для захоронения вредных отходов, которые доставляются с поверхности. Эффективность технологии в целом определяется сокращением потерь полезного ископаемого и объемами захоронения отходов вредных производств.

Б.И. Петровский, А.М. Ванчукевич

ЗАО “Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством”, г.Солигорск

**ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ
НЕЖИНСКОГОУЧАСТКА СТАРОБИНСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯКАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ**

Сохранение объёма выпуска калийных удобрений на РУП ПО “Беларусь-калий” после 2015 года будет возможно только за счёт строительства нового калийного предприятия. Из разведанных запасов сальвинитовых руд наиболь-

ший интерес представляет Нежинский участок Старобинского месторождения, который примыкает с востока непосредственно к IV шахтному полю.

Так как период времени от разработки проекта горно-химического предприятия до ввода его в эксплуатацию составляет более 10 лет, то уже сегодня необходимо иметь технические решения по освоению Нежинского участка с тем, чтобы можно было производить их проверку в производственных условиях.

Вскрытие промышленных горизонтов (Второго и Третьего) предлагается осуществить тремя вертикальными стволами, а подготовку к отработке – полевыми капитальными выработками. Отработку обоих горизонтов целесообразно вести в обратном порядке вдоль границ шахтного поля. Это позволяет увеличить длину панелей до 14-15 км и за счет этого эксплуатировать очистные комплексы без перемонтажа весь срок их службы.

Исходя из горно-геологических условий Нежинского участка, очистные работы следует вести селективными лавами длиной не менее 250 м с дополнительной закладкой выработанного пространства. При этом во избежание затопления подрабатываемой поверхности величина ее оседания не должна превышать 0,5 м.

¹ И.В.Шаламов, ¹Т.И. Стригалева, ²Н.Н. Битюков

¹Гомельский отдел БелНИГРИ, г. Гомель

²Институт проблем использования природных ресурсов и экологии
НАН Беларуси, г. Минск

УПРАВЛЕНИЕ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕМ В САПРОПЕЛЕВЫХ БУРОВЫХ РАСТВОРАХ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКА

Актуальной проблемой настоящего времени является использование имеющихся в республике ресурсов. В отношении буровых предприятий, испытывающих большой дефицит качественных материалов и химреактивов, перспективным является изучение технологической пригодности и организация промышленной добычи дешевого и экологически безопасного сапропелевого сырья для приготовления буровых растворов.

Были выполнены исследования по изучению возможности улучшения структурно-реологических, технологических характеристик и экономии химреактивов при приготовлении буровых растворов на основе сапропелей, путем интенсификации структурообразования в результате интенсивных физических воздействий – ультразвука. Установлены тенденции изменения технологических параметров (электропроводности, вязкости, фильтрации) в зависимости от времени ультразвукового воздействия при заданном режиме интенсивности. Для сапропелевых растворов наблюдается изменение характера вязкостных характеристик в сравнении с традиционными глинистыми. Если для глинистых растворов наблюдается изменение (рост) величин коэффициентов для полных реологических кривых течения, при неизменности

самого вида кривых, то для сапропелевых растворов происходит изменение вида реологической кривой. Описание кривых течения, при воздействии ультразвука, переходит от уравнений Шведова-Бингама к уравнениям Кессона-Шульмана.

В результате экспериментальных исследований показано, что при ультразвуковом воздействии на сапропелевые буровые растворы достигается положительный эффект в структурообразовании и улучшаются их технологические характеристики. Ультразвук позволяет, в сочетании с традиционными химобработками, не только намного сократить расход дорогостоящих и дефицитных химических реагентов, при приготовлении буровых растворов, но и сократить затраты времени на их приготовление.

Л.М. Виноградов, В.В. Болотов, И.Л. Виноградов

Институт тепло - и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, г. Минск

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ АКТИВНЫХ ДРЕВЕСНЫХ УГЛЕЙ

Промышленное производство пористых углеродных материалов – активных углей в течение XX века во многих странах мира сформировалось в самостоятельную рентабельную отрасль экономики. Основные направления использования активных углей связаны с технологическими процессами адсорбционной очистки, разделения и концентрирования в газовых и жидких средах. Кроме того, наблюдается постоянный рост их потребления в решении экологических проблем – очистке питьевой воды, производственных стоков и отходящих газов. В связи с этим большое внимание уделяется совершенствованию аппаратурно-технологических процессов производства активных углей в целях повышения их физико-механических и адсорбционных свойств, а также направленного формирования пористой структуры при одновременном удешевлении товарной продукции.

В Беларуси производство активных углей отсутствует, хотя имеется хорошее местное углеродсодержащее сырье: древесина и отходы ее переработки (опилки, щепа, стружки), а также торф, гидролизный лигнин.

При выборе путей производства активных древесных углей следует иметь в виду, что при очевидных положительных моментах централизованных производств имеются и их отрицательные стороны, которые связаны с транспортировкой на значительные расстояния больших количеств сырья и готовой продукции, трудностями с модернизацией крупногабаритного оборудования и т.д.. Альтернативой производству на крупных предприятиях является организация получения активных древесных углей на небольших мобильных установках различной модификации.

Анализ известных современных технологий массового производства активных древесных углей из местных видов сырья и собственных экспериментальных результатов показывает, что их получение из сырой древесины

предусматривает последовательно осуществляемые сушку материалов, его карбонизацию, парогазовую активацию и дожиг образующихся газообразных продуктов. Интенсификация тепло- и массообменных процессов путем перевода зернистых материалов в режим взвешенного слоя позволяет сократить продолжительность полного цикла полного преобразования исходного сырья в адсорбенты. Совмещение процессов карбонизации и активации достигается при использовании катализаторов, которые предварительно добавляются в исходное сырье, или путем пневмотранспорта частиц измельченного сырья сквозь слой более крупных частиц катализатора. В результате получают высококачественные пористые углеродные материалы, которые соответствуют (в некоторых образцах превышают) адсорбционным свойствам промышленных активных древесных углей марки БАУ-А.

На основе выполненных разработок предлагаются технологии и аппаратное оформление производства активных древесных углей. Учитывая значительную потребность Беларуси в углеродных адсорбентах, практическая реализация таких технологий весьма перспективна.

Е.В. Гапанович, В.М. Крайко

Институт проблем использования природных ресурсов и экологии
НАН Беларуси, г. Минск

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОАГУЛЯНТОВ ИЗ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

В результате эксплуатации животноводческих комплексов в Республике Беларусь (только свинокомплексов мощностью 12-108 тыс. голов насчитывается 120) возникла угроза загрязнения окружающей среды отходами этих предприятий.

Во многих странах ведется поиск эффективных способов переработки и утилизации животноводческих стоков (ЖС). На крупных животноводческих комплексах значительное распространение получила искусственная биологическая очистка. Однако практика эксплуатации этих сооружений показала, что эффект очистки стоков низкий – не более 50–60% по основным показателям. Решение задачи доочистки сточных вод животноводческих комплексов возможно с использованием метода коагуляции.

Объектом исследования явились сточные воды с/к “Борисовский” после процесса биологической очистки жидкой фракции. Данные воды характеризуются высокой концентрацией органических веществ во взвешенном и растворенном состояниях, содержат большое количество аммиачного азота и фосфора.

С целью очистки стоков от загрязнителей органической и минеральной природы проводили обработку воды реагентным методом с использованием железосодержащего коагулянта, полученного из отходов металлургического

производства (ОМП). Для выделения из окалины ионов железа, выступающего в роли коагулянта, действовали на нее серной кислотой, в результате чего получали кислый раствор, содержащий ионы Fe^{3+} . Для быстрого и полного протекания процесса гидролиза коагулянтов необходим щелочной резерв воды, который достигался введением раствора гидроксида натрия или извести.

Степень очистки сточных вод от органических веществ определялась по показателю ХПК (химическому потреблению кислорода) и ПО (перманганатной окисляемости). Содержание ионов NH_4^+ и PO_4^{3-} в пробах воды контролировалось стандартными методиками.

На основании проведенных исследований установлено, что в результате коагуляции с использованием ОМП, достигается степень очистки ЖС от органических веществ 72%, ионов аммония - 40%, фосфат-ионов – 90%.

В.В. Комарь, Т.А. Походина, В.А. Ракевич

Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси, г. Минск

ЭПОКСИДНЫЕ ПОРОШКОВЫЕ КРАСКИ И ПОКРЫТИЯ НА ИХ ОСНОВЕ

На современном этапе развития техники окрашивания металлических изделий традиционная технология покрытий жидкими красками объективно заменяется технологией покрытия порошковыми полимерными красками. Быстрое развитие производства порошковых красок – результат воздействия многих факторов, в первую очередь экологического, экономического и энергетического. Резервом повышения экономической эффективности является уменьшение стоимости порошковых красок, а также снижение температуры и времени формирования покрытий.

С этой целью в работе исследованы условия формирования, структура и свойства эпоксидных порошковых красок в зависимости от типа отвердителя, состава наполнителя, технологии их получения. Для активации процесса отверждения использовали катализаторы, комбинируя их с соответствующими отвердителями. Установлено, что химическая природа и строение молекул отвердителей во многом определяют структуру сетки и оказывают влияние не только на технологические свойства исходных композиций, но и на эксплуатационные характеристики покрытий. Эффективность действия отверждающих агентов во многом зависит от характера их распределения в композиции, которое в свою очередь определяется совместимостью и способом смешения с твердым эпоксидным олигомером. Показано, что определяющими факторами получения порошковых красок ускоренного отверждения являются высокая степень дисперсности отверждающих агентов и их тщательная гомогенизация в расплаве. В результате исследования выбраны термовременные режимы отверждения и состав отвердителя, обеспечивающий эффективное отверждение порошковых композиций при 140 °С (содержание нерастворимого полимера не менее 94%), разработаны составы порошковых эпоксид-

ных красок для нанесения покрытий методом электростатического напыления. Разработанные составы обеспечивают формирование защитно-декоративных и электроизоляционных покрытий с высокими диэлектрическими и физико-механическими свойствами. Теплостойкость покрытий, оцениваемая по температурной зависимости тангенса угла диэлектрических потерь, составляет 150-160 °С. Снижение температуры отверждения до 140 °С и времени отверждения при формировании покрытий позволяет сократить энергозатраты и повысить производительность при окраске примерно на 20-30% в сравнении с порошковыми красками, имеющимися на рынке РБ, температура отверждения которых составляет 170-180 °С.

¹В.М. Шелехина, ¹М.А. Исупов, ²И.Ю. Валовень

¹ГНУ ИПМ, г. Минск

²УПП “ИЗМЕРОН”, г. Брест

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫХ ИЗДЕЛИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ СНИЖЕНИЕ РАСХОДА ЦВЕТНЫХ СПЛАВОВ

Самое широкое применение во всех отраслях промышленности получили различные счетчики электроэнергии. Одними из основных рабочих элементов электрического счетчика являются электрические контакты, имеющие определенный комплекс физико-механических и электротехнических свойств.

Целью работы явилась разработка процессов изготовления группы электроконтактных деталей электросчетчиков, обеспечивающих замену дорогостоящего проката латуни на более дешевые порошковые цветные сплавы, освоение массового выпуска контактов в условиях опытного производства Государственного научного учреждения Институт порошковой металлургии, механическая доработка и установки их в электросчетчики на УПП “Измерон”.

В работе исследовалось влияние режимов формования при прессовании в автоматическом режиме, спекания и калибровки на относительную плотность и механические характеристики разрабатываемых изделий из медного порошка ПМС-1. Были разработаны технологические режимы изготовления деталей электросчетчиков различных типоразмеров.

Установлено, что, даже исключая дорогостоящие процессы калибровки спеченной заготовки, можно получить детали с требуемым комплексом эксплуатационных свойств. Это возможно при строгом соблюдении технологической дисциплины и достижении на заготовке после прессования плотности в интервале 75-77% (после спекания 94-96%). Снижение и превышение плотности прессовки ведет к существенному уменьшению плотности спеченной детали.

М.Н. Грицевич

Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения
НАН Беларуси, г.Гродно

**НЕТРАДИЦИОННЫЙ СПОСОБ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕМИ- И
ЦЕЛЛЮЛОЗОРАЗРУШАЮЩИХ ФЕРМЕНТОВ МИЦЕАЛЬНЫХ
ГРИБОВ**

В настоящее время трудно переоценить роль, которую играют ферментные системы микроорганизмов в народном хозяйстве. Благодаря быстрому развитию биотехнологии разработаны способы получения и обработки ферментативными препаратами хлопчатобумажных тканей от загрязнителей, примесей и крахмала, льносолумы (мацерация), макромолекул полимерных материалов до мономеров, полиамидных волокон для улучшения свойств и т.д.

В данном сообщении представлены результаты исследований по аэробному сбраживанию микромицетами природных наполнителей (субстратов), состоящий из гемицеллюлоз и целлюлоз, расположенных в полимерных пленках, с целью создания в них пористости.

Многие микроорганизмы в лабораторных условиях обладают способностью накапливать в среде геми- и целлюлозоразрушающие ферменты (эндо- β -1,4-глюканаза, экзо- β -1,4-глюканаза и β -глюкозидаза) лишь в том случае, если целлюлоза является единственным имеющимся субстрат. Мицеляльные грибы более эффективно разлагают целлюлозу, чем бактерии. Поэтому для биоконверсии целлюлозосодержащего наполнителя в полимерной матрице автор использовал колонии “диких” штаммов культур мицеляльных грибов – *Trichoderma viride* и *harzianum*, *Mucor racemosus* и *pusillus*, *Penicillium funiculosum* и *Aspergillus terreus*, которые были выделены из гниющей древесины и почвы (ползуче-пырейный фитоценоз).

Получены композиционные образцы пленок. В качестве связующего использовали порошкообразные полимерные материалы – полиэтилен, полиамид, полихлорвинил и наполнители (15-40%) – дубовая и сосновая пыль и льнокостра (предварительная модификация - обработка 10%-ным раствором H_2SO_4 или NaOH при модуле 1:10, 1 атм в течение 15 мин). Композиции тщательно смешивали в течение 20 мин и прессовали (давление 1 МПа, температура $110 \pm 40^\circ C$) на пресс-установке с получением композиционных пленок. В результате отмечено, что прессование соответствующих порошкообразных композиций – полимера и наполнителя – не приводит к образованию каких-либо химических связей между ними, и последний сохраняет свою индивидуальность.

Композиционные образцы пленок помещали на агаризованную среду Чапека или сусло-агар (без источника углерода). Наносили на них суспензию спор (титр $1 \cdot 10^6 \pm 1 \cdot 10^2$ спор/мл) из вышеперечисленных мицеляльных грибов и выращивали согласно ГОСТ 9.048-89 и SO 846 (International standard, 1997). Необходимо отметить, что дозировка и возраст посевного материала, а также состав питательной среды и ее pH оказывают существенное влияние на культивирование грибов и биосинтез ферментов.

В результате установлено, что развитие колоний грибов на композиционных полимерных пленках с питательной средой (без углевода) начинается на 2-е сут после нанесения спор, а их максимальное развитие - на 7-8-е сут (методы Шомодьи-Нельсона и Серенсена - определение активности целлюлазного комплекса и гемицеллюлаз), что свидетельствует о значительной деструкции (до 72%) наполнителя в полимерной пленке.

Таким образом, были подобраны колонии “диких” штаммов мицелиальных грибов с высоким уровнем биосинтеза внеклеточных целлюлаз и гемицеллюлаз и исследовано их продуктивное действие (деструкция) на природные субстраты, находящиеся в полимерной матрице. В результате получены опытные образцы полимерной пленки с размерами пор от 50 до 600 мкм, которые могут применяться как микрофильтры в пищевой промышленности.

В.П. Сергиенко, В.М. Ткачев, А.И. Столяров

Институт механики металлополимерных систем им. В.А.

Белого НАН Бераруси, г. Гомель

Гомельский государственный технический университет

им. П.О. Сухого, г. Гомель

ПУТИ СНИЖЕНИЯ БРАКА МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ФРИКЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

При прессовании фрикционных изделий, содержащих металлическую арматуру, велика вероятность появления трещин и нарушения сплошности композиционного материала. Этот дефект особенно характерен при использовании фрикционных композитов с жесткой полимерной матрицей.

Основной проблемой при изготовлении указанных изделий методом прямого прессования являются значительные остаточные напряжения во фрикционном материале.

Рассмотрен метод управления качеством металлополимерных фрикционных изделий (МПФИ), основанный на решении оптимизационной задачи по критерию минимума остаточных термических напряжений.

В основу оптимизационной модели положено численное моделирование напряженно-деформированного состояния (НДС) МПФИ на стадии проектирования с учетом нелинейности физической свойств композита и геометрических особенностей изделия.

Осуществлена оценка влияния конструкции фрикционного диска на НДС фрикционных накладок. Рассчитаны поля распределений напряжений, деформаций и температур в реальных тормозных системах. Подробно рассмотрены случаи нагружения при действии остаточных термических напряжений, а также при действии эксплуатационной нагрузки.

На основе анализа результатов расчетов напряжений и деформаций в тормозном диске сделан вывод о том, что разрушение металлополимерных

тормозных дисков носит термоусадочный характер, т.е. макротепловые воздействия при изготовлении, оказывают первостепенное влияние на прочность в сравнении с действием генерируемого в процессе трения тепла. На основе расчетов выработаны рекомендации по изменению конструкции тормозных дисков с целью снижения внутренних остаточных напряжений во фрикционном материале. Разработанные конструкции тормозных дисков защищены патентами РБ.

Н.Н. Костюк, Т.А. Дик

Научно-исследовательское учреждение “Институт прикладных физических проблем” им.А.Н. Севченко, БГУ, г. Минск

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНГИБИРОВАНИЯ ОКИСЛЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ β - ДИКЕТОНАТАМИ МЕТАЛЛОВ ТРЕТЬЕГО ПЕРИОДА

β - Дикетонаты металлов переменной валентности могут катализировать радикально-цепной процесс их окисления кислородом воздуха. В зависимости от концентрации хелатокомплексов, температуры, добавок и других условий направление катализа может измениться и ускорители процесса окисления становятся его ингибиторами. В связи с этим на основе β - дикетонатов металлов могут быть созданы высокоэффективные антиоксиданты окисления органических веществ. Одновременно при термическом разложении β -дикетонатов металлов образуются конденсирующиеся оксиды, способные образовывать тонкие неконструкционные пленки. Такое двойственное воздействие может быть весьма полезным в ряде машиностроительных технологий, использующих минеральные масла в качестве закалочных сред. В частности, при производстве подшипников применяют минеральное масло И-20А. в котором охлаждают детали из стали ШХ 15 и ШХ 15 СГ.

Нами были исследованы антиоксидативные свойства ацетилацетонатов кобальта, алюминия, хрома, никеля, меди и цинка, дибензоилметаната хрома и трифторацетилацетоната кобальта при окислении стальных деталей (игл) из стали марки ШХ-15. Образцы прокаливали на воздухе в муфельной печи при температуре 730 ± 100 °С. Вначале прокаливали контрольные образцы, после окисления которых поверхность очищалась от окалины и по разнице веса до и после прокаливания вычисляли степень обгара образца. Аналогичную операцию проводили и для образцов, поверхность которых была перед прокаливанием обработана ацетоновыми растворами перечисленных выше β -дикетонатов металлов. Показано, что с увеличением концентрации ацетилацетоната хрома в растворе степень обгара снижается на 25-79%. Дибензоилметанат хрома снижает обгар на 40-53%, ацетилацетонат кобальта - на 32-37%. Трифторацетилацетонат кобальта, напротив, усиливает степень обгара деталей.

Таким образом показано, что β -дикетонаты металлов третьего периода способны ингибировать процесс окисления металла на воздухе за счет обра-

зования тонких оксидных неконструкционных пленок. Наибольшую эффективность проявляют β-дикетонаты, содержащие в своем составе метильные и фенильные группы.

Н.Н. Костюк, Т.А. Дик

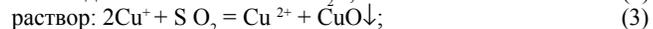
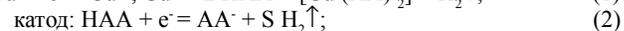
Научно-исследовательское учреждение “Институт прикладных физических проблем” им.А.Н.Севченко БГУ, г. Минск

МЕХАНИЗМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ХЕЛАТОКОМПЛЕКСОВ МЕДИ (II)

Хелатокомплексы меди(II) представляют большой интерес с точки зрения технологических процессов получения медных покрытий, пленок и вкерсов методами газофазного пиролиза (CVD – процесс), при синтезе высокотемпературных керамик, в аналитической и препаративной химии для очистки хелатообразующих реагентов. Одним из способов получения хелатокомплексов меди является электрохимический метод, имеющий ряд преимуществ: одностадийность процесса, отсутствие побочных загрязняющих веществ, возможность ведения синтеза в режиме замкнутого цикла.

Известно, что при анодном окислении меди происходит переход ее в раствор в виде Cu (I), что значительно затрудняет образование координационных соединений и, в частности, хелатокомплексов. Действительно, при электролизе, например, ацетилацетонатных растворов (ацетонитрил, спирты), наблюдается растворение медного анода и осаждение металлической меди на катоде. Для успешного синтеза хелатокомплексов меди (II) через раствор электролита необходимо барбатировать либо воздух, либо кислород, которые доокисляя медь до двухвалентного состояния способствуют хелатообразованию.

Методом колебательной спектроскопии нами показано, что во время электролиза неводных ацетилацетонатных растворов в присутствии кислорода или воздуха, наблюдается образование воды. Концентрация воды возрастает по мере расходования (восстановления) ацетилацетона. Одновременно в электрохимической ячейке происходит выпадение черного осадка CuO, идентифицированного методом рентгенофазового анализа. Суммарный процесс электрохимического получения хелатокомплексов меди описывается суммой следующих уравнений:



Кроме ацетилацетона в качестве лигандов были использованы трифторацетилацетон, гексафторацетилацетон, теноилтрифторацетон и кетоиминат. Для всех перечисленных лигандов процесс электрохимического синтеза протекал идентично.

Н.К. Лунева, А.М. Сафонова, И.А. Людчик

Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси, г. Минск

РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ АКТИВНОГО УГЛЯ

Известно, что сорбционно-активные угли являются эффективными поглотителями многих веществ. Обычно для получения углеродных волокнистых адсорбентов с высокой сорбционной емкостью зернистые угли активируют при высокой температуре в атмосфере газа-окислителя (воздуха, двуокиси углерода, перегретого пара и т.д.). Процесс получения состоит из карбонизации полимерных материалов по заданному режиму до температуры 500-800^oC, а затем проводят активацию при 800-1000^oC, чаще всего водяным паром.

Адсорбционно-структурные свойства получаемых углей зависят от режима осуществления термической обработки, в результате которой происходит выгорание аморфной части макромолекул целлюлозы и образование новых микропор, образующихся при выгорании кристаллитов.

Ранее нами разработаны составы импрегнатов древесины, позволяющие в процессе термической обработки дискретных частиц пропитанной ими древесины (опилки, стружки, отходы деревообрабатывающей промышленности) получать одностадийным нагревом до 700^oC активный уголь с микропористой структурой. Угли в зависимости от температуры получения и состава импрегната характеризуются сорбционной емкостью по бензолу 0.49 см³/г, парам воды 0.5 см³/г, по йоду 0.03 г/г, ионообменной емкостью до 2.0 ммоль/г. Поскольку для широкого использования углей в химической и пищевой промышленности необходимы адсорбенты с различной пористой структурой, то представляло интерес провести исследование по выбору добавок к составу импрегнатов, которые позволяли бы получать продукты с заданной пористой структурой.

Решение поставленной задачи, на наш взгляд, может обеспечиваться введением в состав импрегнатов-катализаторов дегидратации и углефикации целлюлозы, добавок из числа соединений, выделяющих на стадии формирования угля различные газообразные окислители.

Известно, что наиболее интересными с этой точки зрения могут быть соединения, содержащие ионы Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Zn⁺⁺, Fe⁺⁺⁺, Al⁺⁺⁺, NH₄⁺, а также SO₄⁻, SO₃⁻, CO₃⁻, H₂O, Cl⁻ и др.

В качестве активных добавок к разработанным ранее катализаторам целлюлозы были использованы FeCl₃ и ZnSO₄ в количестве 2.5-5.0 мас. %. Процесс получения активного угля осуществляли при нагреве пропитанных дискретных частиц древесины (опилок) в интервале 20-700^oC.

¹Д.Н. Довнар, ¹В.Я. Прушак, ²М.М. Ревяко

¹Институт ресурсосбережения с ОП, г. Солигорск

²Учреждение образования “БГТУ”, г. Минск

ПОЛИМЕРНАЯ КОМПОЗИЦИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ТРУБОПРОВОДОВ

Данная работа посвящена решению проблемы защиты от коррозии металлических трубопроводов путем применения композиционного полимерного антикоррозионного покрытия. В качестве матричного полимера рассмотрена отвержденная полиэтиленполиамином эпоксидная смола марки ЭД-20, наполненная неорганическим наполнителем.

Неорганический наполнитель не взаимодействует с полимерной матрицей. Возможность образования взаимодействия между высокомолекулярным наполнителем и низкомолекулярной матрицей, способствующего передаче напряжений, нивелирующего эффект термодинамической несовместимости органической и неорганической фаз, может быть достигнута за счет введения модифицирующих добавок.

В качестве модификаторов эпоксидного компаунда нами исследованы: нефтяной полимеризат ТУ РБ 05568283.017-99 и раствор полимера ХТ ТУ РБ 00203385.023-99, которые вводили в количестве 1-8 ч на 100 ч матричного полимера по двум вариантам: предварительная обработка модификатором наполнителя или введение его непосредственно в смолу ЭД-20.

Использование целевых добавок, не зависимо от способа их введения, привело к некоторому снижению физико-механических показателей отвержденного композита из-за уменьшения степени отверждения эпоксидной смолы в результате влияния ионов хлора, содержащихся в модификаторах.

Проведенные исследования показали, что за счет предварительного изменения поверхностных свойств наполнителя и объемных свойств матричного полимера можно регулировать свойства отвержденного композита.

В.Я. Прушак, С.Л. Белько, А.П. Дворник

ЗАО “Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством”, г. Солигорск

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ РУДНИЧНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК ПРИ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОМ ТОРМОЖЕНИИ И ЗАГРУЗКЕ СКИПОВ

Одной из важнейших задач, поставленных перед горнодобывающей промышленностью, является повышение эффективности эксплуатации всего горношахтного оборудования, в том числе и рудничных подъемных установок, служащих основным средством выдачи полезного ископаемого на поверхность.

Канаты рудничных подъемных установок в течение цикла подъема груза, в частности, при загрузке скипов, испытывают комплекс динамических нагрузок, которые ведут к снижению их усталостной прочности и долговечности. Снижение динамических нагрузок является одним из путей увеличения срока службы подъемных канатов. Повышение долговечности канатов при работе подъемных установок может быть достигнуто снижением динамических нагрузок, действующих на канат в течение каждого цикла подъема. К ним относятся нагрузки, возникающие при загрузке скипа на весу вследствие истечения сыпучего материала из загрузочного устройства.

В результате исследования динамических усилий в подъемных канатах, рудничных подъемных установок при предохранительном торможении и загрузке скипов разработан комплекс мероприятий, направленный на повышение эффективности работы и безопасности эксплуатации подъемных установок. Одним из путей повышения долговечности канатов является снижение динамических усилий, действующих в период загрузки, для исключения динамического сводообразования в загрузочных устройствах действующих подъемных установках, предложено футеровать две противоположные стенки сопряжения бункер – дозатора.

¹В.И. Зубцов, ²А.А. Костюкевич

¹ПГУ, г.Новополоцк

²БГУИР, г.Минск.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ ПОЛИМЕРОВ С ЦЕЛЬЮ ИЗУЧЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ УСАДКИ

Надежность изделий определяется показателями качества конструктивных материалов и несущих элементов конструкций, а ее увеличение снижает эксплуатационные затраты и экономит сырьевые и топливно-энергетические ресурсы, что в настоящее время для предприятий Республики Беларусь входит в число первостепенных задач. В значительной мере эти задачи могут быть решены применением неразрушающих методов и устройств для инженерной оценки напряженного состояния материалов, изделий из них. Разработана методика исследований напряженного деформированного состояния полимеров при литье под давлением, позволяющая изучить влияние внутренних напряжений на условия их переработки.

Информацию о напряжениях в полимерах, возникающих в результате усадки при охлаждении во время их получения или переработки, получают путем их измерения разработанными преобразователями, помещаемыми во внутрь изделия при его изготовлении и расчета на основе разработанной математической модели охлаждения полимера в литьевой форме.

Процесс охлаждения полимера рассматривается в узком цилиндрическом канале литейной формы. Предположим, что диаметр канала намного мень-

ше его длины (схематично это изображено на рис.1.), что в начальный момент (при $t=0$) процесса охлаждения объем пластмассы (зона I) и стенка литейной формы (зона II) имеют одинаковую температуру T_0 и на внешней границе стенки происходит конвективный теплообмен с окружающей средой, имеющей постоянную температуру T_{cp} .

В этом случае рассматриваемая тепловая задача может быть сведена к определению температурного поля в неограниченном цилиндре, состоящим из двух зон (зона I – полимер; зона II – стенка литейной формы). Тогда можно принять, что в средней части канала градиент температуры вдоль оси канала (т.е. вдоль оси Z) отсутствует, и решение задачи сводится к нахождению распределения температуры вдоль радиуса в зонах I и II. Математическая модель процесса охлаждения данной системы может быть представлена уравнениями теплопроводности в цилиндрических координатах:

$$\rho_n C_n \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r K_n \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial \varphi} \left(K_n \frac{\partial T}{\partial \varphi} \right) \quad (1)$$

$$\rho_{me} C_{me} \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r K_{me} \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial \varphi} \left(K_{me} \frac{\partial T}{\partial \varphi} \right) \quad (2)$$

(прим. ред. Формула (1) — для зоны I, (2) — для зоны II).

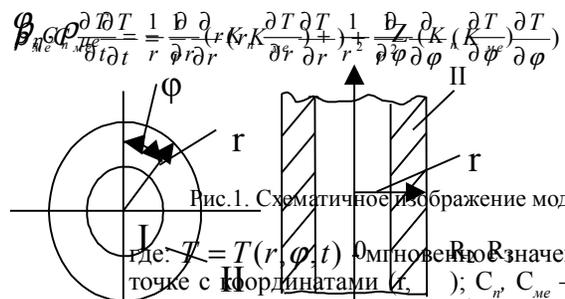


Рис.1. Схематическое изображение моделируемой системы

где: $T = T(r, \varphi, t)$ — мгновенное значение температуры в момент времени t в точке с координатами (r, φ) ; C_n, C_{me} — удельные теплоёмкости полимера и материала стенки литейной формы соответственно; ρ_n, ρ_{me} — плотности полимера и материала стенки соответственно; K_n, K_{me} — коэффициенты теплопроводности полимера и материала стенки литейной формы соответственно.

В.Я. Прушак, И.А. Конопляник, А.В. Конопляник, Г.Н. Рашеня

ЗАО “Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством”, г. Солигорск

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ КАЛИЙНОЙ РУДЫ НЕСТАЦИОНАРНЫМИ ШНЕКАМИ

Процесс перемещения материала шнеками горных выемочных машин имеет неустановившийся характер, обусловленный переменным углом наклона оси шнека к горизонтальной плоскости и условиям загрузки. Последние, в свою очередь, зависят от кинематики движения и расположения режущего инструмента.

При осевом перемещении шнека характерна торцевая загрузка материала, при которой рабочее пространство шнека ограничено естественными стенками выработки (обычно цилиндрической формы), что увеличивает сопротивление движению материала по сравнению с металлическим кожухом.

Работа шнековых рабочих органов с фронтальной подачей характеризуется отсутствием естественной ограждающей поверхности с нерабочей стороны шнека, что приводит к разлету руды в радиальном направлении. В этом случае важное значение имеет направление вращения шнека и наличие подпорного щитка (кожуха), удерживающего материал в пределах рабочего пространства лопастей шнека.

Сравнивая шнеки с осевой и фронтальной подачей, необходимо отметить, что производительность в первом случае имеет квадратичную зависимость от диаметра обрабатываемого забоя, во втором – линейную зависимость. Это говорит о том, что шнековый рабочий орган с фронтальной подачей обеспечивает удовлетворительную транспортирующую способность при ограниченной длине шнека.

И.А. Конопляник

ЗАО “Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством”, г. Солигорск

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ ГОРНЫХ МАШИН

Применение подпорных погрузочных щитов на шнеках приводит к перераспределению потоков разрушенного материала в зоне выемки и способно оказать положительное или отрицательное влияние на производительность комбайна. Они предназначены для создания вокруг шнека замкнутого пространства, увеличивающего его заполнение и, следовательно, транспортирующую способность.

Основным недостатком погрузочных щитов является ограничение возможности маневрирования шнеком и комбайном как в плоскости пласта, так и в вертикальном направлении. Вопрос о целесообразности их применения должен решаться с учетом конкретных условий эксплуатации, схемы выемки и загруженности отстающего шнека комбайна, которую следует определять из условия баланса потоков в рабочей зоне.

На коэффициент заполнения шнека оказывает влияние величина радиального зазора между щитом и рабочим органом. Уменьшение зазора резко увеличивает коэффициент заполнения вследствие квадратичного характера влияния этого параметра на эффективную площадь потока калийной руды, а увеличение зазора свыше 120 мм приводит к постепенному росту заполнения шнека из-за того, что слои разрушенного материала удаляются от рабочей зоны лопастей и замедляется их продвижение в аксиальном направлении под действием сил трения от поверхности щита.

Правильно спроектированные щиты при работе в благоприятных условиях могут обеспечить погрузку 95-98% разрушенного материала и хорошую зачистку почвы.

П.П. Ногин

ЗАО “Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством”, г. Солигорск

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЗУЧЕСТИ СОЛЯНЫХ ПОРОД В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ РУДНИЧНОЙ АТМОСФЕРЫ

Наблюдениями в околоствольных дворах Второго Солигорского рудника выявлены 4 характерных этапа ползучести, обусловленные сезонными колебаниями рудничной атмосферы. В первом из них, включающем месяцы с апреля по сентябрь, ползучесть увеличивается на 14-17 мм при возрастании среднемесячных температуры атмосферного воздуха до 18,6-19,6 °С и влагосодержания до 9,54-10,07 г/кг. В результате интенсивного деформирования в увлажненных породах возникает система трещин, служащих компенсационным пространством для смещения пород в последующих этапах. Во втором этапе, с сентября по октябрь, при снижении указанных температуры и влагосодержания в 2-3 раза, ползучесть осушенных пород кровли практически не наблюдается. В третьем, с ноября по январь, благодаря работе калориферов в рудник поступает воздух с температурой около 10 °С и с весьма низким влагосодержанием равным 1,34-2,38 г/кг, в результате чего создаются условия для “обратной” ползучести пород. В четвертом этапе, с января по март, в связи с некоторым повышением влагосодержания “обратная” ползучесть отсутствуют.

Ощутимое повышение ползучести начинается при температуре атмосферного воздуха 8-10 °С и влагосодержании 6-7 г/кг и более. Приостановить либо замедлить рост данных параметров в летний период можно посредством кондиционирования воздуха либо частичного использования осушенной ис-

ходящей струи для подмешивания в поступающую свежую струю. Не исключаются меры по ограждению выработок от непосредственного контакта с поступающим в рудник воздухом.

И.С. Куликов, Я. Каменева, Л.А. Климова

Институт проблем энергетики НАН Беларуси, г. Минск.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПЛАЗМЕННО-ЭЛЕКТРОЛИТНОЙ ОБРАБОТКИ НА ПОВЕРХНОСТЬ И МАКРОВЫСТУПЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Плазменно-электролитная обработка обеспечивает ресурсосберегающую отделку поверхности готовых изделий в экологически чистых условиях. Расширение сферы ее использования ограничивается недостаточной изученностью процесса полировки, затупления острых кромок и удаления заусенцев.

В работе приводятся экспериментальные данные по анодной обработке поверхности и искусственных пилообразных заусенцев в растворах хлористых солей натрия и калия, их смесей с неорганическими и органическими кислотами, а также с добавками веществ, влияющих на вязкость и коэффициент поверхностного натяжения. Источник постоянного тока позволял варьировать напряжением в диапазоне от 220 до 340 В. Концентрация электролита изменялась от 1 до 10%, а концентрация добавок от 0,1 до 3%. Время обработки изменялось от 0,5 до 10 минут. Перед обработкой образцы подвергались прокатке на 5-10%, химическому травлению в кислотах, шлифованию, крацеванию, на поверхность некоторых из них наносились искусственные царапины. Исследование поверхности образцов проводилось с помощью металлографического и инструментального микроскопов, а интенсивность съема металла оценивалось с помощью микроаналитического взвешивания. В результате проведенных исследований установлено, что хлористые соли калия и натрия обеспечивают стабильную плазменно-электролитную обработку обширного круга материалов в широком диапазоне температур, однако, их использование не приводит к возникновению эффекта полировки и затуплению острых кромок. С повышением концентрации соли до 10% стабильность процесса обеспечивается как при снижении температуры до 40 °С, так и напряжения до 220 В. Небольшие добавки кислот приводят к появлению эффекта полировки нержавеющей стали, латуни, алюминия, а также к снятию заусенцев. Причем, заусенцы снимаются эффективнее, чем выше концентрация электролита и ниже напряжение, а полировка наоборот. Полученные данные легли в основу разработки промышленной технологии снятия заусенцев и полировки на алюминиевых изделиях сложной формы.

Добавка в электролит некоторых неэлектропроводных веществ обеспечивает резкое повышение качества полировки в труднодоступных местах и стабильности обработки изделий сложной формы.

Л.П. Кашицин, И.А. Сосновский, А.Л. Худoley, С.Е. Клименко

Институт надёжности машин НАН Беларуси, г. Минск

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС ТИПА ШЕСТЕРНЯ-ПОЛУМУФТА ИЗНОСОСТОЙКИМИ ФЕРРОМАГНИТНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ ЦЕНТРОБЕЖНЫМ МЕТОДОМ ПРИ НАГРЕВЕ ВНУТРЕННИМ ИНДУКТОРОМ ТВЧ

Практика ремонта коробок передач грузовых автомобилей МАЗ и Ка-МАЗ показала, что работоспособность зубчатых колес типа шестерня-полу-муфта в основном определяется стойкостью к изнашиванию внутренних поверхностей ступиц колес. Восстановление такого рода деталей методами наплавки покрытий является сложнейшей научно-технической задачей т.к. необходимо обеспечить высокую прочность сцепления, плотность и износостойкость покрытий при минимальном температурно-силовом воздействии на материал детали.

В ИНДМАШ НАНБ разработана технология нанесения покрытий из порошковых материалов на внутренние поверхности ступиц колес индукционным центробежным методом. Процесс реализуют на центробежных установках с вертикальной осью вращения детали. Уменьшение температурного воздействия на материал колеса достигается за счет использования внутреннего источника нагрева и двухступенчатого разогрева материала покрытия.

Зубчатое колесо устанавливают в центрирующую оправку и закрепляют зажимным приспособлением с упругим поджимом. Затем деталь приводят во вращение, а устройство перемещают на позицию нагрева до полного вхождения внутреннего индуктора ТВЧ в полость детали и предварительно нагревают до температуры, которую определяют из соотношения:

$$T \geq 1,1 \left(T_k + \frac{m_1 c_1 (T_k - T_0)}{m c} \right) \quad (1)$$

где T_k – температура Кюри для порошка; m_1 - масса материала покрытия; m - масса детали; c - удельная теплоемкость материала детали; c_1 – удельная теплоемкость порошка; T_0 – начальная температура порошка.

После чего нагрев ТВЧ прекращают и осуществляют загрузку мерной дозы порошка в полость детали при ее вращении. При этом посредством теплопередачи от детали порошковый слой нагревается выше температуры Кюри, теряет свои ферромагнитные свойства и переходит в парамагнитное состояние. Затем деталь снова перемещают на позицию нагрева, где предварительно сформованный порошковый слой спекается и расплавляется на внутренней поверхности детали.

По окончании процесса нанесения покрытия отключают нагрев и привод вращения детали, извлекают деталь из устройства и обрабатывают покрытие.

Проведенные исследования легли в основу разработки технологическо-

го процесса восстановления и упрочнения шестерен 2-й передачи вторичного вала коробки передач ЯМЗ № 236-1701127 автомобиля МАЗ. Получены опытные образцы деталей. Основные параметры процесса: температура предварительного нагрева внутренней поверхности ступицы – 1170 К с изотермической выдержкой в течение 30 секунд, температура припекания покрытия – 1420 К с выдержкой в 50 секунд. Материал покрытия - самофлюсующийся порошок на железной основе ПР-Х4Г2Р4С2Ф (ТУ 14-22-14-88). В результате нанесения покрытий твердость внутренних поверхностей ступиц колес повысилась с 32-45 до 58-62 HRC. Ожидается повышение эксплуатационной стойкости колес в среднем вдвое.

В настоящее время проводится подготовка к эксплуатационным испытаниям и внедрению технологии на ПО «Автомонтаж» (г. Минск).

В.Я. Щерба, А.Л. Барановский, И.М. Заяц

ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством», г. Солигорск

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ГОРНОГО ПОРОДОРАЗРУШАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Расширение области применения выемочных и проходческих машин в значительной степени зависит от прочности и износостойкости горного породоразрушающего инструмента. Основной причиной выхода из строя резцов при работе на породах сложного строения, с наличием большого числа твердых включений и прослоек является разрушение твердого сплава, его поломки и отрыв от державки, вызванные деформацией зоны паянного соединения. В процессе исследований была решена задача по установлению зависимости предельных напряжений, возникающих в прослойке соединения при взаимодействии твердосплавного элемента с державкой резца типа РКС, от внешних нагрузок для обоснования средств и способа повышения прочности, ресурса и выбора схем и параметров режущей части резцов, исключая эффект выдавливания прослойки припоя. Поломкам, отрыву режущего элемента в большинстве случаев предшествует выдавливание прослойки паянного соединения из зазора. Следовательно, прочность соединения твердосплавного элемента определяется сопротивлением прослойки соединения пластическим деформациям до состояния, при котором начинается ее пластическое течение, выдавливание из зазора между твердосплавным керном и державкой резца.

Процесс деформирования прослойки соединения керна при действии сил резания можно рассматривать как процесс сжатия, осаживания, выдавливания при обработке металлов давлением. При разработке математической модели процесса деформирования прослойки соединения керна, ее материал

рассматривался как идеальная жесткопластическая, несжимаемая, не имеющая упругих деформаций, изотропная среда.

Т.И. Ковалевская, М.И. Игнатовский

Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения
НАН Беларуси, г. Гродно

МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОЙ СМАЗКИ НА ОСНОВЕ ЖИРОВЫХ ОТХОДОВ

Исследованы микроскопические особенности электропроводной смазки (ЭС) высокого наполнения ($\phi = 0.1 \div 0.4$). ЭС получали смешиванием базовой смазки Бинол–180 с мелкодисперсным порошком меднённого графита (средний размер частиц — порядка 10^{-8} м). Предварительное изучение реологических и электропроводных свойств позволяет отнести эту ЭС к композитным материалам, в которых при некоторой концентрации наполнителя ($\phi = 0.1$) происходит резкое возрастание электропроводности, обусловленное образованием из электропроводных частиц бесконечного кластера, по которому протекает ток.

В данной работе с помощью оптического микроскопа Intel Plus QX3 исследованы особенности структуры ЭС и Бинол–180. Установлено присутствие в базовой смазке твёрдых частиц загустителя правильной прямоугольной формы с размерами порядка 10 мкм. Эти частицы образуют макроцепочки с расстоянием между частицами в $1 \div 3$ раза большим их размеров (рис.1.). В ЭС с $\phi = 0.1$ наблюдается разветвлённые микроцепочки и диаметром ~ 0.1 мкм и длиной $\sim 10 \div 30$ мкм (рис. 2.), выделенные методом сегментации исходного изображения.

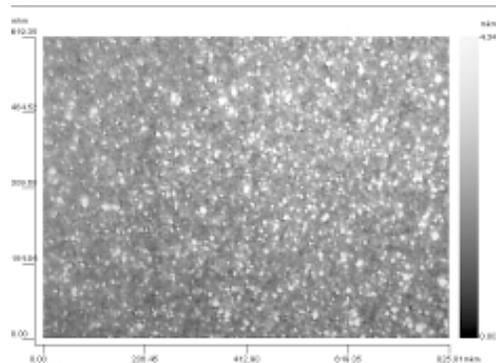


Рис. 1. Базовая смазка

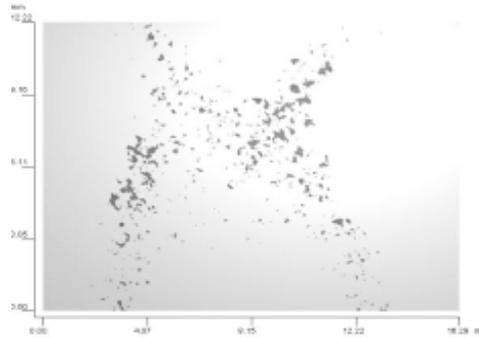


Рис. 2. Разветвлённые микропечочки

Получены микрофотографии слоёв Бинол–180 и ЭС с различной толщиной и наполнением, а также слоя ЭС после продолжительного хранения. Проанализирована возможность фрактального подхода к описанию свойств наблюдающихся плоских двухмерных неоднородных сред.

¹А.Ф. Ильющенко, ²А.И. Свириденко, ³А.А. Терентьев, ²В.П. Трофимов

¹НИИ порошковой металлургии НАН Беларуси, г.Минск

²Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения НАН
Беларуси, г.Гродно

³Институт проблем использования природных ресурсов и экологии НАН
Беларуси, г.Минск

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА
«РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ-2005»**

Республика Беларусь не обладает достаточными природными запасами и источниками энергии, поэтому проблема ресурсосбережения является очень важной для функционирования всего народно-хозяйственного комплекса. При рассмотрении и конкурсном отборе проектов в программу, имеющую название «Разработать технологии рециклинга вторичных ресурсов и осуществить ресурсосберегающую модернизацию промышленных технологий многоотраслевого назначения» уделялось особое внимание решению задач рационального использования материально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов, а также проблем импортозамещения сырья, изделий и оборудования, ввозимых из-за рубежа.

Научно-технический совет по программе, рассмотрев проект базового

списка, содержащий 120 заявок организаций на включение новых заданий в состав программы с 2001 года, рекомендовал к дальнейшей разработке 52 проекта. В результате конкурсного отбора на Научно-техническом совете по программе и последующего рассмотрения государственными экспертными советами при ГКНТ РБ в состав государственной научно-технической программы «Ресурсосбережение-2005» было внесено 31 основное задание.

В качестве критериев отбора были приняты: снижение энергоемкости в среднем около 10% и материалоемкости не менее 15%; уменьшение импортных поставок, а также способствование улучшению экологической обстановки за счет снижения производимого техногенного ущерба не менее, чем на 10%. С 2003 г. программа будет дополнена 8-10 новыми заданиями.

W. Suiek, T. Wasilewski

Technical University of Radom

WODNE ROZTWORY OKSYETYLENOWANYCH ESTRYW SORBITANU JAKO EKOLOGICZNE SUBSTANCJE SMAROWE

W pracy przedstawiono badania wpływu stężenia i rodzaju związku na zdolność obniżania współczynnika tarcia, redukcję temperatury w węzle tarcia i zapobieganie zużyciu elementów par ciernych przez wodne roztwory oksyetylenowanych estryw sorbitanu. Jako substancje smarowe stosowano 0,001%; 0,005%; 0,01%; 0,05%; 0,1%; 0,5%; 1%; 4% i 10%-we roztwory oksyetylenowanego monoaurynianu sorbitanu (ESML), oksyetylenowanego stearynianu monosorbitanu (ESMS) i oksyetylenowanego monooleinianu sorbitanu (ESMO) w wodzie.

Badania tribologiczne prowadzono przy użyciu aparatu czterokulowego w skojarzeniu materiałowym stal-stal. Przeprowadzono testy 900 sekundowe, pod stałym obciążeniem rywnym 2 kN i przy prędkości obrotowej 200 rpm.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, iż wprowadzenie do wody oksyetylowanych estryw sorbitanu powoduje znaczne polepszenie jej właściwości smarnych.

Mierzone wielkości tribologiczne zależą silnie od stężenia. Jako optymalne uznano optymalne stężenie 1%. Dla takiej zawartości dodatku w wodzie obserwowano 4-8 krotne zmniejszenie współczynnika tarcia i zmniejszenie o połowę zużycia elementów par ciernych. Dalsze zwiększanie udziału oksyetylenowanych monoestryw sorbitanu w wodzie nie powodowało dalszego, znacznego polepszenia jej właściwości tribologicznych.

Analizując wpływ budowy oksyetylenowanego monoestru sorbitanu nie stwierdzono znacznych różnic w skuteczności działania testowanych związków.

Rezultaty otrzymane dla wodnych roztworów oksyetylenowanych estryw sorbitanu są odmienne od wcześniej prezentowanych wyników dotyczących wodnych roztworów alkilopoliglukozydów – w tym przypadku obserwowano znaczny wpływ

diugonci i assucha alkilowego w czNesteczce dodatku na wianciwohci tribologiczne ich wodnych roztworyw. Zdaniem autoryw zwiNzane jest z guinym charakterem oddziaiywania dodatkyw z powierzchniN elementyw par ciernych.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ	3
Свириденок А.И. ИННОВАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ РЕСУРСΟΣБЕРЕЖЕНИЯ.....	3
Дубовик Л.А., Черноусов С.В. РЕСУРСΟΣБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ	4
Ильющенко А.Ф., Пилиневич Л.П. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАБОТ В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ РЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ, МАТЕРИАЛОВ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ПОРИСТЫХ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ	5
Марукович Е.И. РЕСУРС- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СПОСОБЫ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ	6
Лугаускас А., Яскелявичюс Б. ВЛИЯНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ НА СТОЙКОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ	7
НЕТРАДИЦИОННАЯ ЭНЕРГЕТИКА	8
Черноусов С.В. МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ДО 2020 ГОДА	8
Якушев А.П., Черноусов С.В. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ	9
Скиба А.П., Русан В.И., Ходыко С.С. О НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ И РЕАЛИЗАЦИИ ГНТП ПО КУЛЬТИВИРОВАНИЮ И ПОЛНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ РАПСА	9
Скиба А.П., Ходыко С.С., Кузьмич В.В., Терешкова С.Г. О МОДИФИЦИРОВАННОМ ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ	10
Королик Т.К., Снопок Ю.В. ГЕЛИОВОДОНАГРЕВАТЕЛЬ	11
Битюков Н.Н. ПОЛУЧЕНИЕ ТОПЛИВНЫХ ДИСПЕРСИЙ НА ОСНОВЕ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ТОРФА	12
Гаврильчик А.П., Пискунова Т.А., Мультан С.Т., Шевченко Н.В., Калилец Л.П. РЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫБЫВШИХ ИЗ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТОРФА	13
Терентьев А.А., Гаврильчик А.П., Лисай Н.К., Нашкевич И.С. РЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩИЕ ЭКОЛОГОБЕЗОПАСНЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ ТОРФЯНОГО КУСКОВОГО КОМПОЗИЦИОННОГО ТОПЛИВА	14

Конева Н.С., Панков А.В. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПАРОКОМПРЕССИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ..15	15
Меленчук Р.Н. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ВОДНОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ16	16
Меленчук Р.Н., Кившар А.А. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ, ИСПОЛЬЗУЮЩАЯ ПРИРОДНУЮ ВОЗОБНОВЛЯЕМУЮ ЭНЕРГИЮ 16	16
Гребеньков А.Ж., Вержинская А.Б., Петрушкевич В.П., Кирильчик В.П. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ БЫСТРОРАСТУЩИХ ПОРОД ИВЫ КАК ИСТОЧНИКА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ МЕСТНЫХ ТОПЛИВНЫХ РЕСУРСОВ В БЕЛАРУСИ17	17
Кузьмич В.В., Васильев Л.Л., Канончик Л.Е., Бурак А.М. СНИЖЕНИЕ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОРБЦИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ18	18
Кузьмич В.В., Гиль В.В., Терешкова С.Г. ПОЛУЧЕНИЕ ЭМУЛЬСИОННОГО ТОПЛИВА19	19
Биш В.Н., Климов В.С., Хехнев Р.Г. СПИРАЛЬНЫЙ ВЕТРОДВИГАТЕЛЬ 20	20
Федотов А.К., Дроздов Н.А., Мазаник А.В., Стогний А.И. УЛУЧШЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КРЕМНИЕВЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПУТЕМ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧНОЙ ВОДОРОДНОПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ 21	21
Конев С.В., Крутов А.В., Бойко М.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ХОЛОДА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ22	22
Бакшанский В.М., Терентьев А.А., Корнилов С.Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТОРФОУГОЛЬНОГО КУСКОВОГО ТОПЛИВА23	23
Зейдаль К.Ф., Короленко Г.Т., Зюзин Б.Ф., Левченя С.И. ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОГОДОУСТОЙЧИВОЙ ДОБЫЧИ ФРЕЗЕРНОГО ТОРФА24	24
Бородуля А.В., Пальченко Г.И. ИНЖЕНЕРНАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА СЖИГАНИЯ ГРАНУЛИРОВАННОГО БИОТОПЛИВА В КИПЯЩЕМ СЛОЕ25	25
ТРАДИЦИОННАЯ ЭНЕРГЕТИКА26	26
Конев С.В.РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ26	26
Малькевич Н.Д., Шкурин М.И., Зеньчук Н.Ф. ПРИМЕНЕНИЕ РЕЖИМНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЕДЕНИЯ ПОЕЗДОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ27	27

Овчинников В.М., Евдасев И.С. МЕТОДИКА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ПРИВОДА НА ДЫМОСОСАХ И ДУТЬЕВЫХ ВЕНТИЛЯТОРАХ КОТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ	28
Кузьмин И.В., Русецкий В.В., Щербина Е.И., Долинская Р.М., Козел Н.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЭП В ПРОИЗВОДСТВЕ ЗАЩИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ	29
Ковальчук В.Л. ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД	30
Калинин М.Ю. СОКРАЩЕНИЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ — ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ	30
Малашин А.Н., Клопов С.В. РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОМЕХАНОТРОННОГО ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	31
Сердешнов А.П., Апетенко В.М. ТРАНСФОРМАТОР НАПРЯЖЕНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 10 КВ	32
Баран А.Н., Селюк Ю.Н. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕВОДНО – БЕЛКОВОГО КОРМА	33
Жуковский А.И. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ БЕЛАРУСИ	34
Счастный В.П., Зеленкевич А.И., Жуковский А.И. КОНТРОЛЬ, УЧЕТ И УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ ОБЪЕКТОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	35
Асябрик И.М., Беляк К.Т., Колодич П.П. НЕКОТОРЫЕ ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ УНИВЕРСАЛЬНО-ПРОПАШНЫХ ТРАКТОРОВ	36
Подлозный Э.Д., Таранко Н.Э. МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРЕВА КОМПОЗИТНЫХ ПЛИТ ДВИЖУЩИМСЯ ИСТОЧНИКОМ ПЛАЗМЫ	37
Бородуля В.А. КОТЕЛЬНЫЕ РЕСПУБЛИКИ КАК ОБЪЕКТЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ	37
Ковалинский А.И., Долгов О.В., Силуцкий А.С. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ И ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ	39
Луговский В.П., Русак И.М. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ УПРАВЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ СИЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ	40
Кузьмич В.В., Кириленко А.И., Зимницкий Д.В. СИСТЕМА	

КОМБИНИРОВАННОГО ОСВЕЩЕНИЯ КАК СРЕДСТВО СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ОСВЕЩЕНИИ И ОБЛУЧЕНИИ	41
Кириленко А.И., Плакса И.С., Чернявский С.Н. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ОГОНЬ НА СВЕТОДИОДАХ	41
Кириленко А.И., Стовпак А.А. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ ПО ПРОИЗВЕДЕННОМУ СВЕТОВОМУ ПОТОКУ	42
Болотов С.В. СОКРАЩЕНИЕ ЗАТРАТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ МАГНИТНО-ТЕПЛОВОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СОЕДИНЕНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ КОНТАКТНОЙ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКОЙ	43
Плехов И.М., Семенов А.С., Назаров А.С., Гуляев В.Н., Тетерятников В.В. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ УСТАНОВКА СОЗДАНИЯ ВАКУУМА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ПРОИЗВОДСТВА ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН	44
Кузьмина Н.С., Конев С.В. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ	45
Бобкова Н.М., Радион Е.В., Поповская Н.Ф., Соколовский А.Е. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТУГОПЛАВКИХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ	46
Зейдаль К.Ф., Короленко Г.Т., Шамара Н.С., Логунов В.П. ТЕПЛОГЕНЕРАТОР ТЦВС-3 ДЛЯ ТОРФОБРИКЕТНЫХ ЗАВОДОВ С ПНЕВМОГАЗОВЫМИ СУШИЛКАМИ	47
Юрша И.А. ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ И КАПРОЛАКТАМА	48
РЕЦИКЛИНГ РЕСУРСОВ	49
Белоцерковский М.А., Федаравичус А.В. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ АКТИВИРОВАННОГО НАПЫЛЕНИЯ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ	49
Королик Т.К., Никитин О.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПЭВД И ОТХОДОВ ОБУВНОГО ПРОИЗВОДСТВА МЕТОДОМ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ	50
Королик Т.К., Никитин О.В. КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ПЭВД И ОТХОДОВ ОБУВНОГО ПРОИЗВОДСТВА	50
Королик Т.К., Снопок Т.Т. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ	51

Пилиневич Л.П., Тумилович М.В., Савич В.В., Петраков А.В. ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОЧИСТКИ И РЕГЕНЕРАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ	52
Жирыков Ю., Сооне Ю. УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ РЕЗИНЫ СОВМЕСТНО С ПЕРЕРАБОТКОЙ ГОРЮЧЕГО СЛАНЦА	53
Калинка Ю., Спиглазов А.В., Ставров В.П., Свириденко А.И. ЛЬНОКОСТРА КАК НАПОЛНИТЕЛЬ ВТОРИЧНЫХ ТЕРМОПЛАСТОВ	54
Наркевич А.Л., Ставров В.П. ВЫСОКОПРОЧНЫЕ ВОЛОКНИСТЫЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА	55
Спиглазов А.В., Ставров В.П. ФОРМОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ВЫСОКОВЯЗКИХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНЫХ ТЕРМОПЛАСТОВ	55
Ручай Н.С., Маркевич Р.М., Гриц Н.В., Коломиец Э.И., Здор Н.А., Дорогуш В.М., Янковский Ч.Ю. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОРМОВОЙ БЕЛКОВО-ВИТАМИННОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ЗЕРНОВОЙ ПОСЛЕСПИРТОВОЙ БАРДЫ В УСЛОВИЯХ БРУП “ГИДРОЛИЗНЫЙ ЗАВОД”	56
Комашко В.Н. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОБРАЩЕНИЯ С ЛОМОМ И ОТХОДАМИ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	57
Липик В.Т., Маруль В.Н. СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ПРИ СЖИГАНИИ ПВХ ЗА СЧЁТ ПОДБОРА СОСТАВА ОТХОДОВ ДЛЯ СОВМЕСТНОГО ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ	58
Марцуль В.Н., Мошев А.Б., Лихачёва А.В. ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ И СТАБИЛИЗАЦИЯ ИЗБЫТОЧНОГО АКТИВНОГО ИЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ	59
Марцуль В.Н., Сапрыкина О.А. РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ ОБРАЩЕНИЯ С ДРЕВЕСНЫМИ ОТХОДАМИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ТЕХНОГЕННОГО КРУГОВОРОТА	60
Шибек Л.А., Марцуль В.Н., Капориков В.П. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ В СОСТАВЕ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД	61
Воробьев Н.И., Дормешкин О.Б., Новик Д.М. БЕЗОТХОДНАЯ КОНВЕРСИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ НИТРАТА КАЛИЯ НА БАЗЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО СЫРЬЯ	62
Воробьев Н.И., Дормешкин О.Б., Шатило В.И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСПУБЛИКАНСКОЙ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ БЕСХЛОРНЫХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ	63

Матвеев К.С., Буркин А.Н., Егорова Е.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ИСКУССТВЕННЫХ КОЖ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБУВНЫХ МАТЕРИАЛОВ	64
Матвеев К.С., Солтовец Г.Н., Новиков А.К., Буркин А.Н. ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОЛИУРЕТАНОВ	65
Матвеев К.С., Голубев А.Н., Гусаков А.В. ЭКСТРУЗИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РЕЦИКЛИНГА ОТХОДОВ	66
Козловская И.П. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕПЛИЧНЫХ СУБСТРАТОВ	67
Горбацевич Г.Н. КОМПОЗИЦИОННЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ РЕГЕНЕРИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА	68
Андреева Р.А., Абаев Г.Н., Халил В.Б., Рудинская Т.А., Ельшина И.А., Петкевич В.Б. БИЗНЕС-ПЛАН КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ (КПОО)	69
Марукович Е.И., Чудаков С.Р. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ ..	70
Малютина И.А., Коган А.Г. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СМЕШАННОЙ ПРЯЖИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ВОЛОКОН	71
Рыклин Д.Б. МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОСТАВА СМЕСЕЙ ВОЛОКОН	72
Скобова Н.В., Коган А.Г. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕКСТУРИРОВАННЫХ НИТЕЙ МАЛОЙ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ	73
Коган А.Г., Ясинская Н.Н. ПНЕВМОТЕКСТУРИРОВАННЫЕ ВЫСОКООБЪЕМНЫЕ НИТИ	74
Louis H., Ставров В.П., Свириденок А.И. О ПРИМЕНЕНИИ WATER JET ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОТ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ	75
Кирдяшкина Н.А. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ХИМИЧЕСКИ СТОЙКИХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ	75
Дятлова Е.М., Маркевич Р.М., Какошко Е.С., Бирюк В.А. ПРИМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КЕРАМИЧЕСКИХ МАСС С ЦЕЛЬЮ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ..	76
Левицкий И.А., Гайлевич С.А., Бирюк В.А., Климош Ю.А. ПЛОТНОСПЕКШИЕСЯ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАССЫ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОБЖИГА ДЛЯ БЫТОВОЙ КЕРАМИКИ ..	77

Левицкий И.А., Кичкайло О.В. ЛЕГКОПЛАВКИЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ГЛАЗУРИ	78
Дятлова Е.М., Радченко С.Л., Бирюк В.А. ПОЛУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ ПОРООБРАЗОВАТЕЛЕЙ	79
Терещенко И.М., Астровская Г.И., Вилесик Н.И. РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ ФАРФОРОВЫХ МАСС ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА САНИТАРНОЙ КЕРАМИКИ СКОРОСТНОГО ОБЖИГА	80
Вегера А.И., Ельшина И.А., Петрова В.А. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ДЕПАРАФИНИЗАЦИИ МАСЕЛ ПРИМЕНЕНИЕМ ТРИКОТАЖНЫХ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПТТФ	81
Колодич П.П., Лабозкий И.М., Урамовский Ю.М. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАГОТОВКИ КОРМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЛЯ УПАКОВКИ ПОЛИМЕРНЫХ РУКАВОВ И ПЛЕНКИ	82
Якушевич С.М., Бусловский Р. ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ЛЕГКИХ МЕТАЛЛОВ	83
Петровский Б.И., Калининченко П.И., Волков Б.А., Чужов В.Н., Плескунов В.Н. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ОТРАБОТКИ КАЛИЙНЫХ ПЛАСТОВ СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ПОВЫШЕННЫМ ИЗВЛЕЧЕНИЕМ ЗАПАСОВ ИЗ НЕДР	83
Поляков А.Л. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ И КЛАССИФИКАЦИИ ПОРОД КРОВЛИ ТРЕТЬЕГО ПЛАСТА СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ НА ОБРУШАЕМОСТЬ	84
Баранова А.А., Коган А.Г., Гришанов С.С. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЯЖИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРХТОНКИХ ВОЛОКОН	85
Кузьменков М.И., Плышевский С.В., Стародубенко Н.Г., Бычек И.В. ПЕРИКЛАЗОШПИНЕЛИДНЫЕ ОГНЕУПОРНЫЕ БЕТОННЫЕ МАССЫ ХОЛОДНОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ ИЗ ВТОРИЧНЫХ ОГНЕУПОРОВ НА ФОСФАТНОМ СВЯЗУЮЩЕМ	85
Курило И.И., Жарский И.М. ИЗВЛЕЧЕНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ПРОДУКТОВ СИНТЕЗА АЛМАЗОВ	86
Лунева Н.К., Сафонова А.М., Людчик И.А. ПОЛУЧЕНИЕ АКТИВНОГО ДРЕВЕСНОГО УГЛЯ С РЕГУЛИРУЕМОЙ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРОЙ	87
Кашинская Т.Я., Шевченко Н.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ МЕТАЛЛОВ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ	88

Соколов Г.А., Подобедов И.И., Гаврильчик Н.С., Сосновская Е.Н. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ АСПЕКТЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УДОБРИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ И ТОРФА	89
Халасина Т.И., Злотников И.И., Смуругов В.А., Селицкий С.Ф. ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ ГОМЕЛЬСКОГО ЖИРОВОГО КОМБИНАТА	90
Кудина Е.Ф. КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО МИНЕРАЛЬНОГО СВЯЗУЮЩЕГО И ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ	91
Опанасенко О.Н., Овсенко Л.В., Крутько Н.П., Минин А.В., Говорко П.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УСТРОЙСТВА И РЕМОНТА ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ И ИХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ	92
Курило И.И., Жарский И.М. ВСКРЫТИЕ АЛМАЗОВ ИЗ АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА В НИТРАТ-НИТРИТНЫХ РАСТВОРАХ	93
Рязанцева Н.В., Волегова А.Н. ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СБОРНЫХ БУНКЕРОВ В ТРАНСПОРТНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ВНУТРИШАХТНОГО ТРАНСПОРТА ..	94
Рязанцева Н.В. ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АККУМУЛИРУЮЩЕЙ ЕМКОСТИ КАЛИЙНОЙ РУДЫ	94
Рашеня Г.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЦА НА РЕЖИМЫ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД	95
Прушак Н.В. СТРАТЕГИЧЕСКИЕ, ТАКТИЧЕСКИЕ И ОПЕРАТИВНЫЕ ПРИНЦИПЫ КОРПОРАТИВНОГО ОРГАНИЗАЦИОННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ	96
Прушак Н.В. ФОРМИРОВАНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ГОРНОХИМИЧЕСКОЙ КОМПАНИИ	96
Дубкова В.И., Юркевич О.Р., Крутько Н.П. РУЛОННЫЙ САМОКЛЕЯЩИЙСЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ	97
Полуянович В.Я. ОРГАНОВОЛОКНИТЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА И ВОЛОКНИСТЫХ ОТХОДОВ ШИННЫХ И РЕГЕНЕРАТНЫХ ПРОИЗВОДСТВ	98
Матвеев В.И., Инютин В.И. О СНИЖЕНИИ МЕТАЛЛОЕМКОСТИ ИЗОЛИРУЮЩИХ СТЫКОВ	99
Майко Л.П., Мулярчик В.В., Воронцова О.С., Хоняк Д.А. КОНСЕРВАЦИОННАЯ СМАЗКА КС-У С АЛЬТЕРНАТИВНЫМИ ЗАЩИТНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ	100
Дребенкова И.В., Константинов В.Г., Царюк Т.Я., Фалюшина И.П.	

КОНСЕРВАЦИОННОЕ МАСЛО С КОМБИНИРОВАННЫМ ИНГИБИТОРОМ КОРРОЗИИ НА ОСНОВЕ ПОБОЧНОГО ПРОДУКТА МАСЛОЖИРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА	101
Иванова Л.А., Бокая Г.М., Алексейчик К.М., Прима О.Н. ОСТАТОЧНЫЙ ПРОДУКТ МАСЛОЖИРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА – СЫРЬЕ ДЛЯ СИНТЕЗА МАСЛОРАСТВОРИМЫХ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ	102
Царюк Т.Я., Дребенкова И.В., Майко Л.П., Фалюшина И.П., Алексейчик К.М. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ЗАЩИТНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ КОНСЕРВАЦИОННЫХ МАСЕЛ И СМАЗОК	103
Кошевар В.Д., Мироненко И.Н., Ратько А.И. КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПИГМЕНТЫ-НАПОЛНИТЕЛИ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ КРАСКИ НА ИХ ОСНОВЕ	104
Инютин В.И., Матвеев В.И., Королик Т.К. ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ КОЖЕВЕННО-ОБУВНОГО ПРОИЗВОДСТВА В АМОРТИЗИРУЮЩИЕ СТРЕЛОЧНЫЕ ПРОКЛАДКИ	105
Довнар Д.Н. ПОЛИМЕРНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ВНУТРЕННЕЙ ФУТЕРОВКИ ОБОРУДОВАНИЯ КАЛИЙНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	105
МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ	107
Буря А.И., Деркач А.Д., Николаенко А.И. СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАСТИКА ИЗ ОТХОДОВ НИТИ БИКАРБОЛОН В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ	107
Барсуков В.Г., Бабко Д.В. ПЕРЕРАБОТКА ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ КОМПОЗИТОВ ПО СХЕМЕ БОКОВОЙ ЭКСТРУЗИИ	108
Миронович Л.Л., Гартман Е.В., Смуругов В.А. О ВОЗМОЖНОСТИ ЗАМЕНЫ БРОНЗОВЫХ ПОДШИПНИКОВ В УЗЛАХ ТРЕНИЯ НА СТАЛЬНЫЕ С ИЗНОСОСТОЙКИМ ПОКРЫТИЕМ	109
Куликов И.С., Ващенко С.В., Ермаков В.Л. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПОЛИРОВКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПЛАЗМЕННО-ЭЛЕКТРОЛИТНЫМ МЕТОДОМ	110
Савич В.В., Пилинович Л.П., Беденко С.А. ТЕХНОЛОГИЯ СОЕДИНЕНИЯ ПОРИСТОГО И КОМПАКТНОГО ТИТАНА ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ	111
Максимченко Н.Н., Леванцевич М.А., Басинюк В.Л. ПРИМЕНЕНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ С МДО-ПОКРЫТИЕМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ	112
Соколкин Ю.В., Котов А.Г., Чекалкин А.А. ДИНАМИЧЕСКИЕ РЕЗОНАНСНЫЕ РЕЖИМЫ ПРОЦЕССА ГИДРОСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ	113

Лещик С.Д., Адамович С.М., Овчинников Е.В. ПРИМЕНЕНИЕ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗЖИРИВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ	113
Врублевский В.Б., Невзоров В.В., Невзорова А.Б., Макеев В.В., Феськов Н.Н. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОЛУАВТОМАТОВ ДЛЯ ТОРЦОВО-ПРЕССОВОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ	114
Гафо Ю.Н., Широкий И.А., Сосновский А.В., Кашицин Л.П. ИСПЫТАНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН НАПЛАВЛЕННЫХ ПУТЁМ ОПЛАВЛЕНИЯ ПОРОШКОВОЙ ШИХТЫ РАЗОГРЕТОЙ ЗАГОТОВКОЙ	115
Леванцевич М.А., Белоцерковский М.А., Басинюк В.Л., Максимченко Н.Н., Гопаненко Е.В. МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПЛАСТИН ПРЕСС-ФОРМ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА	116
Крупич Б., Барсуков В.В. ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ДЕТАЛЕЙ СИСТЕМ ПНЕВМОТРАНСПОРТА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ И СТЕКЛОПЛАСТИКОВ	117
Соколкин Ю.В., Елгышев В.В., Чекалкин А.А. АНАЛИЗ МОМЕНТНЫХ ФУНКЦИЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ СЛЕДА ВОДНО-КАПЕЛЬНОЙ СТРУИ	118
Белоусова Г.Н., Золотухин Ю.Д. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	119
Мамедов А.Г., Русецкий В.В., Щербина Е.И., Долинская Р.М., Козел Н.Н. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ЭЛАСТОМЕРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ РУКАВНЫХ ИЗДЕЛИЙ	120
Голубев А.Н. МОДЕЛЬ ПРОНИКНОВЕНИЯ ПЕРЕДАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ПОРОШОК ИЗДЕЛИЯ ПРИ КВАЗИИЗОСТАТИЧЕСКОМ ПРЕССОВАНИИ	121
Черник А.А., Лисицина А.И., Жарский И.М. ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ С ПОМОЩЬЮ ЦИНК-СИЛИКАТНОГО ПОКРЫТИЯ	122
Смоляг Н.Л., Болендрус С.В., Жарский И.М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ТОКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕСПОРИСТЫХ МЕДНЫХ ПОКРЫТИЙ НА СТАЛИ	123
Люты М., Заяш П.И., Костюкович Г.Н., Кравченко В.И. ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ ДЛЯ ТЯЖЕЛОАГРУЖЕННЫХ УЗЛОВ ТРЕНИЯ	124
Сечко А.Э. РАЗРАБОТКА ТКАНЫХ И НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ С РЕГУЛЯРНЫМ КЛЕЕВЫМ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫМ ПОКРЫТИЕМ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ СИСТЕМ	125

Ровенская И.А., Ручай Н.С., Гриц Н.В. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНОЙ ВОДЫ МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА В АНАЭРОБНЫХ УСЛОВИЯХ	126
Коврик С.И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФОЩЕЛОЧНЫХ СУСПЕНЗИЙ ДЛЯ СВЯЗЫВАНИЯ КАТИОНОВ ХРОМА	127
Бородуля В.А., Василевич В.П., Виноградов Л.М., Рабинович О.С., Степаненко В.Н., Акулич А.В. ПОЛУЧЕНИЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО КРЕМНИЯ ИЗ МОНОСИЛАНА В РЕАКТОРЕ КИПЯЩЕГО СЛОЯ	128
Черник А.А., Рагозина С.Н., Жарский И.М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ЭЛЕКТРОЛИЗА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ АЛМАЗНОГО ИНСТРУМЕНТА	129
Шкабара М.М., Черник А.А., Жуковец А.Г., Жарский И.М. АНОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ОПУХОЛЕЙ	130
Соколов М.Т., Антипов С.В. МЕХАНО-ХИМИЧЕСКАЯ И ТЕРМИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ ФОСФАТНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ФОСФОРИТОВ	131
Салоников В.А., Ещенко Л.С. ПОЛУЧЕНИЕ ОРАНЖЕВО-КРАСНОГО ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕГО ПИГМЕНТА	131
Шманькова Н.А., Соловьева И.Л. СПОСОБ ОЧИСТКИ ГАЗОВОЗДУШНЫХ ВЫБРОСОВ ОТ ФОРМАЛЬДЕГИДА И АММИАКА СОРБЕНТАМИ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ ВОЛОКНИСТВЫХ МАТЕРИАЛОВ	132
Мицкевич Е. Н., Новигов Г.И. КИНЕТИКА ЖИДКОФАЗНОГО ОКИСЛЕНИЯ КОМПЛЕКСА Fe²⁺ С ЭТИЛЕНДИАМИНТЕТРАУКСУСНОЙ КИСЛОТОЙ КИСЛОРОДОМ	133
Кусин Р.А., Бокань Г.А., Капцевич В.М., Калиновский А.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ ПРИ ОБКАТКЕ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	134
Грицевич М.Н., Воскобоев А.И., Кириллова Л.В. ПОЛУЧЕНИЕ ПОРИСТЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ	135
Ельшина И.А., Абаев Г.Н., Ельшин А.И., Андреева Р.А. ОБЕЗВОЖИВАНИЕ АКТИВНОГО ИЛА ПРИ ЕГО КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ	136
Волков Б.А., Петровский Б.И., Гринкевич О.Г. ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТНОЙ СЕЛЕКТИВНОЙ ВЫЕМКИ КАЛИЙНЫХ ПЛАСТОВ НА РУДНИКЕ 2 РУ ПО “БЕЛАРУСЬКАЛИЙ”	137
Губанов В.А., Пасюк Э.Б., Гепоян П.А., Поляков А.Л. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ СОЛЯНЫХ ПОРОД С ЦЕЛЬЮ ВЫБОРА	

ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ КРЕПЛЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК И РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ЗАБОЙНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	138
Обыденнова Т.Н. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА 4-ОМ ШАХТНОМ ПОЛЕ	138
Обыденнова Т.Н. ВЛИЯНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ НА ПРОЦЕССЫ СДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ	139
Щерба В.Я., Петровский Б.И., Калинин П.И. ТЕХНОЛОГИЯ ОТРАБОТКИ ТРЕТЬЕГО ПЛАСТА СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ЗАХОРОНЕНИЕМ ОТХОДОВ ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВ	140
Петровский Б.И., Ванчукевич А.М. ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ НЕЖИНСКОГОУЧАСТКА СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯКАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ	140
Шаламов И.В., Стригалева Т.И., Битюков Н.Н. УПРАВЛЕНИЕ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕМ В САПРОПЕЛЕВЫХ БУРОВЫХ РАСТВОРАХ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКА	141
Виноградов Л.М., Болотов В.В., Виноградов И.Л. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ АКТИВНЫХ ДРЕВЕСНЫХ УГЛЕЙ	142
Гапанович Е.В., Крайко В.М. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОАГУЛЯНТОВ ИЗ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА	143
Комарь В.В., Походина Т.А., Ракевич В.А. ЭПОКСИДНЫЕ ПОРОШКОВЫЕ КРАСКИ И ПОКРЫТИЯ НА ИХ ОСНОВЕ	144
Шелехина В.М., Исупов М.А., Валовень И.Ю. РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫХ ИЗДЕЛИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ СНИЖЕНИЕ РАСХОДА ЦВЕТНЫХ СПЛАВОВ	145
Грицевич М.Н. НЕТРАДИЦИОННЫЙ СПОСОБ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕМИ- И ЦЕЛЛЮЛОЗОРАЗРУШАЮЩИХ ФЕРМЕНТОВ МИЦЕАЛЬНЫХ ГРИБОВ	146
Сергиенко В.П., Ткачев В.М., Столяров А.И. ПУТИ СНИЖЕНИЯ БРАКА МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ФРИКЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ	147
Костюк Н.Н., Дик Т.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ИНГИБИРОВАНИЯ ОКИСЛЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ β - ДИКЕТОНАТАМИ МЕТАЛЛОВ ТРЕТЬЕГО ПЕРИОДА	148
Костюк Н.Н., Дик Т.А. МЕХАНИЗМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ХЕЛАТОКОМПЛЕКСОВ МЕДИ (II)	149
Лунева Н.К., Сафонова А.М., Людчик И.А. РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ АКТИВНОГО УГЛЯ	150

Довнар Д.Н., Прушак В.Я., Ревяко М.М. ПОЛИМЕРНАЯ КОМПОЗИЦИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ТРУБОПРОВОДОВ	151
Прушак В.Я., Белько С.Л., Дворник А.П. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ РУДНИЧНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК ПРИ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОМ ТОРМОЖЕНИИ И ЗАГРУЗКЕ СКИПОВ	151
Зубцов В.И., Костюкевич А.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ ПОЛИМЕРОВ С ЦЕЛЬЮ ИЗУЧЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ УСАДКИ	152
Прушак В.Я., Конопляник И.А., Конопляник А.В., Рашеня Г.Н. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ КАЛИЙНОЙ РУДЫ НЕСТАЦИОНАРНЫМИ ШНЕКАМИ	154
Конопляник И.А. ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ ГОРНЫХ МАШИН	154
Ногин П.П. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЗУЧЕСТИ СОЛЯНЫХ ПОРОД В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ РУДНИЧНОЙ АТМОСФЕРЫ	155
Куликов И.С., Каменева Я., Климова Л.А. ВОЗДЕЙСТВИЕ ПЛАЗМЕННО-ЭЛЕКТРОЛИТНОЙ ОБРАБОТКИ НА ПОВЕРХНОСТЬ И МАКРОВЫСТУПЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ	156
Кашицин Л.П., Сосновский И.А., Худолей А.Л., Клименко С.Е. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС ТИПА ШЕСТЕРНЯ-ПОЛУМУФТА ИЗНОСОСТОЙКИМИ ФЕРРОМАГНИТНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ ЦЕНТРОБЕЖНЫМ МЕТОДОМ ПРИ НАГРЕВЕ ВНУТРЕННИМ ИНДУКТОРОМ ТВЧ	157
Щерба В.Я., Барановский А.Л., Заяц И.М. ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ГОРНОГО ПОРОДОРАЗРУШАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА	158
Ковалевская Т.И., Игнатовский М.И. МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОЙ СМАЗКИ НА ОСНОВЕ ЖИРОВЫХ ОТХОДОВ	159
Ильющенко А.Ф., Свириденко А.И., Терентьев А.А., Трофимов В.П. ГОСУДАРСТВЕННАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА «РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ-2005»	160
Suiek W., Wasilewski T. WODNE ROZTWORY OKSYETYLENOWANYCH ESTRYW SORBITANU JAKO EKOLOGICZNE SUBSTANCJE SMAROWE	161

Научное издание

**Энерго- и материалосберегающие
экологически чистые
технологии**

Материалы 5-й Международной
научно-технической конференции

25-26 июня 2002г.

Гродно

Республика Беларусь

Редактор ?????

Компьютерный набор, вёрстка, дизайн
и подготовка иллюстраций: М.И. Игнатовский

Сдано в набор ??????. Подписано в печать ??????

Формат 60×84/16. Бумага офсетная №1.

Печать офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. ??????. Уч.-изд. л. ??????.

Тираж 170 экз. Заказ

Налоговая льгота - Общегосударственный классификатор
Республики Беларусь ОКРБ 007-98, ч.1, 22.11.20.400.

Учреждения образования «Гродненский государственный университет
имени Янки Купалы»
ЛВ №96 от 02.12.97.
Ул. Ожешко, 22, 230023, Гродно

Отпечатано с оригинал-макета заказчика на технике
издательского отдела Учреждения образования «Гродненский
государственный университет имени Янки Купалы».
ЛП №111 от 29.12.97.
Ул. Ожешко, 22, 230023, Гродно