

Национальная академия наук Беларуси
Государственный комитет по науке и технологиям
Министерство природных ресурсов и охраны
окружающей среды
Государственный комитет по
энергосбережению и энергонадзору
ГНП Концерн «Порошковая металлургия»
Фонд фундаментальных исследований
Инженерно-технологическое Отделение ЮНЕСКО

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**четвёртой
международной
научно-технической конференции
"Ресурсосберегающие экотехнологии:
возобновление и экономия энергии,
сырья и материалов"**

11-13 октября 2000г.

Гродно

УДК 504.064.43:691.33:699.86

© Редакторы-составители
А.И.Свириденюк,
А.С.Гоцко, М.И.Игнатовский

© Гродненское отделение
Белорусской инженерно-
технологической академии

ISSNB 985-6207-01-1

Тезисы докладов четвёртой научно-технической конференции
"Ресурсосберегающие и экологически чистые технологии"
Гродно, 11-13 октября 2000г.

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: РЕЗУЛЬТАТЫ И ПРОБЛЕМЫ

Свириденко А.И., Трофимов В.П.

В организации экономики нашей планеты в настоящее время принимаются решительные действия для изменения существующих тенденций, вызывающих прогрессирующее истощение мировых ресурсов и деградацию природной среды, что является весьма дестабилизирующим фактором устойчивого экономического развития. Но решение глобальной проблемы экономии ресурсов затрудняется многими факторами и, прежде всего, различиями уровня потребления ресурсов и экономического развития разных стран. Если сегодня удельный уровень ресурсопотребления во всех странах достиг бы показателей США, то это потребовало бы увеличить мировую добычу ресурсов почти в 200 раз. Поэтому в мировом сообществе в последние десятилетия идет все ожесточающаяся борьба за ресурсы. Республика Беларусь вынуждена участвовать в этой борьбе и должна учитывать мировые тенденции при уточнении программы обеспечения своего устойчивого развития.

РБ для своего жизнеобеспечения должна импортировать около 80% (в промышленности - до 90%) необходимых ей энергетических, материальных и сырьевых ресурсов, а для их приобретения должна продавать около 80% готовой продукции. В то же время, вследствие изношенности оборудования (на 50-80%) и использования недостаточно современных технологий, удельный расход ресурсов на единицу отечественной продукции в несколько раз выше, чем в индустриально развитых странах. Это, создает существенные экономические трудности, влияет на конкурентоспособность продукции и способствует повышенному загрязнению окружающей среды, снижая уровень и продолжительность жизни людей.

На государственном уровне в ближайшие годы экономика РБ должна решать три взаимосвязанные глобальные ресурсные проблемы:

1. Экономное ресурсообеспечение производственных циклов, важнейшим элементом которых является ресурсосбережение;

2. Увеличение импорта белорусской продукции, конкурентоспособность которой в значительной степени зависит от удельной ресурсоемкости готовых изделий;

3. Снижение техногенного воздействия на окружающую среду и население, которое существенно зависит от удельной ресурсоемкости технологических процессов.

Поэтому в РБ, хотя и недостаточно, но осуществляется заметная государственная поддержка научно-технического обеспечения ресурсосбережения путем финансирования ГНТП. Например, в период 1996-1999 г.г. в рамках госпрограммы внедрено 103 объекта новой ресурсосберегающей техни-

ки и технологии. Сэкономлено более 10 тысяч тонн металлов и полимерных материалов, что равнозначно 3,5 млн. у.е. импортозамещения. В целом, экономия уже в первый-второй год использования в 1,8 раза превысило затраты бюджетных средств на всю программу (без учета расширения производства в последующие годы).

Правильное использование материальных ресурсов, прежде всего, в технологиях рециклинга промходов обеспечивает снижение энергии и замену материалов (табл. 1.).

Таблица 1

Виды отходов	Энергия, кВт/час		1 т. рециклинга	
	сберегаемая при рециклинге	энергия сжигания	металл, тонн	древесина, тонн
Полиолефины	6000	1750	3-5	1-1,5
Полиэтилентерефталат	7000	1750	3,5	1-1,5
Резина	2700	1200	-	-
Хлопковые отходы	4000	600	-	-

К этому следует добавить, что использование, например, 1 т. макулатуры по сравнению с получением первичного сырья, позволяет снизить загрязнение атмосферного воздуха на 37%, воды - на 44%, уменьшить образование отходов на 80%.

Учитывая существенную эффективность ресурсосберегающих мероприятий, внесено предложение включить в перечень ГНТП на 2001-2005 г.г. программу “Разработать технологии рециклинга вторичных ресурсов и осуществить ресурсосберегающую модернизацию промышленных технологий многоотраслевого назначения”. Основные цели программы: экономия ресурсов (энергия, материалы, сырье); импортозамещение за счет вовлечения в оборот местных ресурсов; обеспечение решения экологических проблем за счет снижения образования и переработки уже накопленных промходов; создание ресурсосберегающего климата в РБ: информационного, нормативного, экономического.

К основным проблемам ресурсосбережения, кроме недостатка финансовых средств для доведения разработок до широкомасштабного использования, следует отнести и отсутствие специального государственного органа (подобно Комитету по энергосбережению), координирующего в стране вопросы оптимизации ресурсопотребления.

В результате выполнения ГНТП “Ресурсосбережение” в РБ создан высокопрофессиональный коллектив исследователей, накоплен значительный научный и технологический задел, активизирован интерес промышленности к решению проблем ресурсосбережения.

Литература.

Ресурсосберегающие и экологические технологии. Сборники трудов конференций: 1995 г. (2 кн. – 686 с.), 1997 г. (2 кн. – 638), 1999 г. (2 кн. – 484 с.).

СОЗДАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОЧИСТКИ СТОКОВ, ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ШЛАМОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Войтов И.В.

В Республике Беларусь сосредоточено значительное количество предприятий машиностроительной, металлообрабатывающей, радиотехнической, радиоэлектронной отраслей промышленности, которые широко используют в своих производствах процессы гальванических покрытий. Состояние очистки сточных вод и утилизации отходов гальванических производств в Республике не обеспечивает защиту окружающей среды от их негативного воздействия. Уровень использования отходов гальванических производств составляет в среднем 9%.

Шламы гальванических производств с одной стороны являются вторичными ресурсами, которые должны быть возвращены в сферу производства, с другой стороны - токсичными экологоопасными веществами. Создание безотходного или малоотходного производства решает как проблему возврата вторичных ресурсов, так и экологическую проблему. Однако задача создания безотходного производства на “локальном” уровне, т.е. на уровне отдельного предприятия в нынешних условиях трудноразрешима, т.к. на каждом предприятии пришлось бы создавать сложное химическое производство.

Вместе с тем, создание малоотходного, а в перспективе и безотходного производства осуществимо на региональном уровне, т.е. в масштабах региона. При региональном подходе к созданию безотходного производства переработка шламов осуществляется централизованно. На “локальном” уровне внедряются техпроцессы и оборудование, обеспечивающие уменьшение потребности в ресурсах, снижение образования токсичных отходов и унификацию их состава. Такой подход был реализован при разработке региональной программы обезвреживания промышленных стоков, которая внедрена в Литве.

В региональной системе могут быть задействованы предприятия разных отраслей промышленности со всем многообразием образующихся на них отходов. Опыт создания региональных центров по обезвреживанию, утилизации и переработке отходов вполне может быть использован в Беларуси, что в значительной мере облегчит работу в данном направлении.

При этом основным принципом должно стать максимальное использование уже имеющихся разработок по очистке сточных вод гальванических производств, переработке и утилизации отходов гальванических производств, что позволит минимизировать затраты на реализацию мероприятий.

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ И НЕТРАДИЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ СОЗДАНИЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЖИДКИХ ОРГАНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

**Пуляев В.Ф., Борисевич В.А., Соловьев В.Н., Гудкова Л.К.,
Старченко Т.В.**

В Беларуси работает 211 животноводческих комплексов, в т.ч. 107 крупного рогатого скота и 104 свиноводческих, а также имеется 57 птицефабрик. Общее количество навозных стоков и помета достигает 25 млн. т/год с содержанием сухой органики ~ 1,2 млн. т/год (~1 млн. тут/год). Загрязнителями окружающей среды являются также сточные воды картофелеперерабатывающих производств, сырой осадок и активный ил городских очистных сооружений. В них содержатся патогенные микроорганизмы, гельминты и их яйца. Растворенная в жидкой фазе стоков органика, проникая в почву, загрязняет грунтовые воды, водоемы. При открытом хранении отходов происходит загрязнение воздушного бассейна токсичными газами (аммиак, сероводород).

Наименее энергозатратной из существующих технологий по переработке стоков является анаэробная. В условиях дефицита кислорода (воздуха) в герметичных емкостях под воздействием анаэробных микроорганизмов часть органики превращается в биогаз. Жидкая сброженная масса представляет собой стабилизированное обеззараженное органоминеральное удобрение, в котором сохранены все микроэлементы и биогенные вещества. При этом снижается загрязнение атмосферы, почвы, поверхностных и грунтовых вод. Данная технология замыкает безотходный цикл производства, являясь энерго- и ресурсосберегающей.

В ИПЭ НАНБ выполнено комплексное изучение кинетики процессов анаэробного сбраживания куриного помета, свиного навоза, навоза крупного рогатого скота, сырого осадка городских сточных вод с определением оптимальных технологических параметров и обоснованием технологии. Проведена оценка экономической эффективности биогазовых установок с учетом экологического, агрохимического и энергетического эффектов. Расчет комплексного эффекта от внедрения биогазовых установок проведен в соответствии с методикой определения ущерба, наносимого стоками окружающей среде, с учетом стоимости площади земли под отходы и класса токсичности отходов. Показана эколого-экономическая целесообразность использования биогазовых установок для переработки, в первую очередь, свиного навоза и куриного помета.

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРОВ МИНИТЕПЛООБМЕННИКОВ НА ТЕПЛОВЫХ ТРУБАХ

Конев С.В.

При реализации энергосбережения в Беларуси предпочтение отдается оборудованию с минимальным сроком окупаемости, к которым в первую очередь следует отнести теплообменники-теплоутилизаторы. Низкопотенциальную теплоту газовых выбросов в промышленности и жилых зданиях необходимо утилизировать, однако нет достаточной технической базы для этого.

Предлагаются высокоэффективные теплообменники рекуператоры типа газ – газ, отличающиеся минимальными габаритами и стоимостью. При этом особое внимание уделяется созданию теплообменников - модулей малой и средней мощности, которые в РБ не выпускаются. Унификация модулей позволит также компоновать теплообменники большой мощности.

На основе разработанных тепловых труб созданы теплообменники с преимуществами по следующим параметрам: внешняя теплоотдача; производственные расходы; капиталовложения; удобство компоновки в вентсистеме.

По остальным параметрам (потери давления, потребляемая мощность вспомогательного оборудования, качество отделения рабочих веществ, внешняя активная поверхность) минитеплообменники не уступают аналогичным макроустройствам.

Цикл исследований, направленный на создание оптимальных конструкций рекуперативных теплообменников на тепловых трубах включал численный анализ, разработку изготовления (включая технологию) и экспериментальные исследования.

В результате расчетов определена оптимальная конструкция рекуперативного теплообменника (модуля) на тепловых трубах типа воздух – воздух, изготовленного из алюминиевого сплава с общим пластинчатым оребрением. Установочная тепловая мощность одного модуля до 0,5–1,0 кВт (в среднем 0,75 кВт) Модульное исполнение позволяет создавать системный теплообменник от двух до 100 единиц в одном блоке с последовательно-параллельной компоновкой.

Исследования показали, что один модуль позволяет при стандартных эксплуатационных параметрах передавать тепловой поток до 1,0 кВт, тепловая эффективность при этом не ниже 0,4; для двух последовательно расположенных модулей тепловой поток до 2 кВт не ниже 0,7. Гидравлические потери по трактам не превышали 17 Па (для одного модуля) и 25 Па (для двух модулей). Температуры выходящих теплового и холодного потоков воздуха для двух модулей были близки к 0 °С.

Созданные минитеплообменники используются в промышленности и в зданиях. Окупаемость в первом случае составляет 3 месяца, во втором 5 месяцев, что определяется температурным перепадом газовых сред.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ТЕПЛООБМЕННОГО МОДУЛЯ		
Геометрия:	Расположение модуля	Тепловые трубы ТТ:
Габариты 190x50x530 мм	вертикальное;	Количество –16 ТТ;
Ребро 50x190x0,5мм	Режим обдува – противоток.	Количество в одном ряду –8 ТТ
шаг 2,7 мм	Расположение ТТ - коридорное	Количество рядов -2
	Расстояние между ТТ 22 мм	

УДК 621.311.25: 551.551.1

ГЕЛИОПОДОГРЕВАТЕЛИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕИЗОБРАЖАЮЩИХ КОНЦЕНТРИРУЮЩИХ СИСТЕМ

Кузьмич В.В., Русан В.И., Конев В.С.

Новым направлением, расширяющим сферу тепловой гелиоэнергетики, является разработка концентрирующих систем неизображающей оптики. Неизображающие концентраторы начинают распространяться в западных странах только в последнее десятилетие, для обширных приложений. Использование неизображающих оптических приборов определяется тем, что они не нуждаются в следящих за Солнцем системах. Солнечный нагреватель обеспечивает более высокую температуру при большой концентрации света, при относительно низкой себестоимости.

Неизображающие концентрирующие системы позволяют утилизировать энергию с высокой эффективностью, при этом, в отличие от классических солнечных коллекторов рассеивающего излучения, можно достигнуть практически любой температуры. Для промышленных нужд и применений в строительстве и в быту – это могут быть экологически чистые печи, обогреватели, сушилки и др.

Производство концентрирующих систем является наукоемким с использованием последних достижений в области тепло- и массообмена и оптики, в частности, при разработке одного из основных элементов устройств испарительно-конденсационного типа. Вторым положительным качеством данного производства – малая материалоемкость.

В результате проведенных совместно с сотрудниками ИТМО НАН исследований выявлено, что тепловая эффективность гелиоколлекторов на тепловых трубах с гелиоконцентраторами типа линз Френеля на 25% выше, чем у обычных гелиоколлекторов в диапазоне теплоносителя от 30 до 80°C.

Для получения горячей воды с температурой от 80 до 100°C рекомендована технология ступенчатого нагрева воды по последовательной схеме с применением комбинированных гелиоподогревателей.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА В
ПРОИЗВОДСТВЕ ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ**
**Терентьев А.А., Федотов А.И., Короленко Г.Т., Васильев В.Т.,
Шамава Н.С., Лис А.В.**

На Речицком и Бобруйском гидролизном заводах образуется ежедневно около 800 т лигнина 67-70% влажности. За год по обоим заводам образуется и вывозится на свалки более 280 тыс.т лигнина. За все время работы заводов объем накопления запасов оценивается в 5 млн. т. Из различных направлений использования лигнина наиболее масштабным является топливное, а из разных видов топлива крупнотоннажное производство реально может быть налажено путем выпуска брикетов.

Оценка физико-механических, водно-физических и фильтрационных свойств лигнина показала, что по основным характеристикам они близки к торфу средней степени разложения. Исключение составляет высокая скорость водопоглощения. По брикетированности лигнин превосходит торф. Выдвинуто предложение о возможности естественной сушки лигнина по технологии фрезерного торфа.

Опытная проверка технологической схемы подсушки лигнина до влажности 40-45% показала, что возможна организация процесса по однодневному циклу. Цикловой сбор при глубине фрезерования до 25 мм составляет до 80 т/га. При числе циклов за сезон (апрель – сентябрь) 50-55 сбор лигнина составит около 400 т/га, что равносильно переработке исходного лигнина (67% влажности) примерно 700 т/га.

Брикетирование лигнина с искусственной подсушкой в пневмогазовых сушилках показало возможность крупномасштабного производства брикетов и утилизации отходов гидролизного производства в полном объеме. По качественным характеристикам лигниновые брикеты не уступают торфяным, однако, склонность их к намоканию предъявляет более строгие требования к хранению и защите их от капельной влаги.

**ПОДОГРЕВ ВОДЫ НА КОТЕЛЬНОЙ С ПОМОЩЬЮ
ГЕЛИОНАГРЕВАТЕЛЕЙ**
Ильяхин Ю.Д., Новаш Л.В.

Средняя продолжительность солнечного сияния составляет на широте Минска порядка 1815 ч/год. Эти значения солнечной радиации даже превосходят аналогичные показатели северной части Германии, Швеции, Англии, которые считаются лидирующими в Европе по выпуску и применению гелиоэнергетического оборудования.

Одной из причин, сдерживающих широкое внедрение в Республике Беларусь гелиотехнических систем, является отсутствие достаточно полно раз-

работанных научно-технических основ высокоэффективных гелиотехнологий.

В соответствии с заданием Государственной научно-технической программы “Энергосбережение” в ИПЭ НАНБ проводятся исследования эффективности работы гелиоводонагревательных систем на базе гелиоколлекторов, разработанных в Беларуси.

В 1997 году была установлена гелиосистема из 30 поливинилхлоридных коллекторов (БелНИИМСХ) с площадью поглощения 24 м² для подогрева химически очищенной воды на котельной АНТК “Сосны” (г. Минск).

В апреле 2000 года начаты исследования новой гелиосистемы состоящей из 30 алюминиевых коллекторов (АНК ИТМО НАНБ).

Приводятся результаты исследования эффективности работы гелиосистем.

Технические характеристики исследуемых коллекторов, приведены ниже.

Параметр	Коллектор БелНИИМСХ	Коллектор АНК ИТМО
Площадь поверхности, поглощающей солнечные лучи, м ²	0.8	0.8
Материал поглощающей поверхности	Поливинилхлоридные трубки	Алюминиевый профиль
Температура нагрева воды, °С	55 ± 10	60 ± 10
Масса без воды, кг	25	25
Вместимость теплообменника, кг	15	0.5
Прозрачное покрытие	Стекло 3 мм	Стекло 3 мм
Теплоизоляция	Полистирол М25ЖБ	Базальтовое волокно
Габаритные размеры, мм	1530 x 630 x 100	1800 x 600 x 80
Рабочее давление, атм	2	6
Срок службы, лет	10	10

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК ПРИ СЖИГАНИИ ЛИГНИНА

**Зацепин О.И., Фалюшин П.Л., Павлюкович П.А., Керко П.Ф.,
Ковалева И.С., Рытвинская Э.В., Копец З.В.**

Использование древесных отходов, в том числе гидролизного лигнина, для выработки энергии позволяет сократить расход первичного топлива, а также снизить величину экономического и экологического ущерба.

Одним из способов практического использования лигнина является переработка в горючий газ его смеси с торфом или шепой в газогенераторных установках различного типа.

В качестве топлива использован кислый и нейтрализованный лигнин Бобруйского гидролизного завода в чистом виде и в смеси с другими топливами в различном соотношении.

По экологическим показателям нейтрализованный и высушенный лигнин рекомендуется сжигать в исходном виде, а кислый - в смеси с торфом или другими видами топлив, в золе которых содержится элементы, связывающие SO₂.

Проведены коррозионные испытания образцов ряда сталей на газогенераторных установках типа Пинча мощностью 80 кВт в температурном интервале 900-1000 °С.

Применение нелегированной стали в высокотемпературной зоне при сжигании гидролизного лигнина и соломы приводит к чрезвычайно высокой коррозии, что обусловлено воздействием сульфидов и хлоридов щелочных металлов на узлы газогенераторных установок.

Наибольшей коррозионной стойкостью обладает сталь 12X18H10T.

ВЛИЯНИЕ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ЖКТ НА КОРРОЗИЮ МАТЕРИАЛОВ КОТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ КОРРОЗИИ

**Зацепин О.И., Фалюшин П.Л., Павлюкович П.А., Керко П.Ф.,
Ковалева И.С., Рытвинская Э.В., Копец З.В.**

Изучается влияние продуктов сгорания ЖКТ (жидкого котельного топлива, приготовленного из древесины) на коррозию материалов котельного оборудования и разработана методика проведения предварительных исследований коррозии при его сжигании.

Для оценки коррозионного воздействия в результате непосредственного контакта металлических образцов с дымовыми газами ЖКТ разработана лабораторная установка. Образцы представляют собой прямоугольные пластины из стали различных марок размером 25x50 мм. Приведен

химический состав сталей.

Выполнены предварительные исследования коррозии материалов в дымовых газах ЖКТ различного состава (85% мас. смолы + 15% мас. угля; 65% мас. смолы + 15% мас. угля + 10% подсмольной воды +10% мас. мазута; мазут марки М-100) при температуре 1000 °С.

Коррозионные испытания имитируют условия наиболее агрессивного воздействия дымовых газов на конструкционные материалы.

На основе исследований произведен выбор материалов оборудования для установок по сжиганию ЖКТ. Наиболее перспективными конструкционными материалами для оборудования по сжиганию ЖКТ из древесных отходов являются стали 1Х21Н5Т и ХН70Ю.

ГАЗОГЕНЕРАТОРНАЯ УСТАНОВКА НА РАЗЛИЧНОМ ПО КРУПНОСТИ МЕСТНОМ ТОПЛИВЕ

Лапшов А.В., Куликов И.С., Фалюшин П.Л.

В настоящее время наиболее распространенными газогенераторными установками (ГГУ), используемыми в Республике Беларусь, являются установки типа Пинча. Данные ГГУ используются при получении тепловой энергии для технологических процессов (таких как сушка) и для нужд теплоснабжения и вентиляции.

Эти установки имеют ряд недостатков, обусловленных их низкой теплопроизводительностью и высокими требованиями к качественным показателям твердого топлива. ГГУ этого типа устойчиво работают только на сухом топливе (влажностью не более 35%) с размером частиц до 70 мм. При использовании в качестве топлива древесных отходов (опилки, стружки и др.) часто происходит нарушение технологического процесса вследствие зависания топлива. На этих установках невозможно использовать крупнокусковое топливо, в т.ч. и стандартные дрова или брикет, которые являются наиболее распространенными видами местного топлива.

В ИПЭ НАНБ проведены научно-технические работы, целью которых являлось создание на базе существующих ГГУ газогенератора с высоким КПД как на мелкозернистом, так и на крупнокусковом топливе.

Поставленная задача решается тем, что известный газогенератор для твердого топлива оснащается сводчатым рассекателем, выполненным с поворотными лопастями, ось которых параллельны оси жаровой трубы. При этом поворотные лопасти сводчатого рассекателя имеют отверстия; устройство для подачи и регулирования первичного воздуха, выполнено в виде каналов между футеровкой и корпусом, имеющим в верхней части отверстия, перекрываемые пластинами. Наличие поворотных лопастей рассекателя топлива позволяет регулировать в широких пределах производительность газогенератора и применять топливо разного гранулометрического состава. Поворотные лопасти рассекателя топлива в зависимости от величины угла между ними позво-

ляют не только изменить скорость поступления топлива на колосниковую решетку, но и оперативно устранять его зависание между стенкой камеры газификации и рассекателем.

ВАРИАНТЫ ЗАМЕЩЕНИЯ ТОПЛИВА ПУТЕМ СОВМЕСТНОГО СЖИГАНИЯ С БИОМАССОЙ ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕПЛА И ЭНЕРГИИ В БЕЛАРУСИ

Якушев А.П., Гребеньков А.Ж., Соловьев В.Н.

В Беларуси, которая импортирует около 85% ископаемого топлива и где более чем на половине установленных мощностей превышен срок эксплуатации основного оборудования, биоэнергетика имеет несомненные перспективы. Основной целью данного исследования является оценка технологических, экономических и экологических условий для замещения ископаемого топлива на некоторых теплоэлектростанциях Беларуси с использованием ресурсов биомассы.

Подход к развитию биоэнергетики в среднесрочной перспективе может быть реализован на основе использования совместного сжигания биомассы при частичном замещении ископаемого топлива на тех устаревших блоках, где сохранилась инфраструктура для обращения с твердыми видами топлива. Такой подход позволил бы одновременно модернизировать эту инфраструктуру, усовершенствовать котлоагрегаты, повысить их эффективность и срок эксплуатации и сэкономить импортируемое топливо, что является более предпочтительным для инвестиций, чем строительство новых энергоблоков на биомассе. Особенностью приложения любого варианта развития биоэнергетики к условиям Беларуси является тот факт, что около 25% древесных топливных ресурсов загрязнены радионуклидами. Это необходимо учитывать при выборе технологий замещения.

В большинстве случаев, при замещении топлива существующее устаревшее оборудование не нуждается в полной замене котлоагрегата. Модернизация может быть осуществлена путем установки дополнительной топки для сжигания биомассы. В работе были рассмотрены ряд технологий сжигания и газоочистки, инфраструктура поставок топлива, а также доступные ресурсы биомассы.

Проведенные оценки показывают, что в настоящее время ресурсы отходов древесины составляют около $1,5 \cdot 10^6$ т.у.т. в год, а к 2015 году этот объем достигнет $2,7 \cdot 10^6$ т.у.т. в год. Оценки различных вариантов замещения показали, что при применении внешней дополнительной топки с подвижной решеткой можно достичь внутренней нормы рентабельности 50% со сроком окупаемости в пределах 2-5 лет при работе блока по когенерационной схеме. Наиболее эффективной системой газоочистки являются фильтры рукавного типа, обеспечивающие степень очистки от мелкодисперсных аэрозолей до 99,9%. В результате изучения нескольких энергетических котлов на ряде электростанций в качестве потенциальных объектов были выбраны четыре блока для внедрения энергетических котлоагрегатов на древесных отходах.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК (ВЭУ)

Кашин Ю.А., Кашина Р.Е.

Излагаемый метод предусматривает использование ВЭУ с роторами, для которых в рабочем диапазоне скорости ветра U_0 сила аэродинамического напора F_A и извлекаемая мощность N подчинены соотношениям, позволяющим регулировать силу F_A прямым управлением потребляемой мощности N и наоборот. Предпочтение имеют роторы с минимальным отношением F_A/N , т.к. в этом случае все элементы ВЭУ подвергаются меньшим ветровым и динамическим нагрузкам.

Нами показано, что названное отношение минимально, если каждая из лопастей ротора является профилем высокого аэродинамического качества и максимально реализует это качество в каждой точке своей орбиты. Для этого каждая лопасть должна сохранять достаточно высокий уровень свободы относительно других лопастей и вала ротора, что обеспечивается наложением соответствующих коллективных и индивидуальных связей, включая гибкие тяжёлые связи (гибкие балансиры). Обсуждаются особенности построения подобных роторов.

Сформулирована задача оптимизации параметров и режимов работы системы ВЭУ – аккумулятор – потребитель энергии, целевой функцией которой является стоимость Y заданного количества Q_0 энергии, вырабатываемой ВЭУ за период $t \in [0, T]$ в условиях известной плотности $\varphi(t)$ распределения скорости U_0 ветрового потока в заданной местности расположения ВЭУ, с известным уровнем цен на материалы и комплектующие и известным уровнем расходов на сооружение и эксплуатацию такой системы. Дополнительными условиями, влияющими на стоимость Y являются выдвигаемые заказчиком взвешенные требования в отношении количества и состава элементов – потребителей энергии, их иерархии и их характеристик. Обсуждаются перспективы использования автономных ВЭУ в условиях Беларуси.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТИПА И КОНСТРУКЦИИ ГЕЛИОМОДУЛЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УСЛОВИЯМ РБ

Конева Н.С., Захаренков М.В.

Разработана теоретическая модель работы гелиоводонагревательных модулей применительно к РБ. Модель учитывает географические и климатические данные Беларуси, ориентацию конструкции, конструктивные и тепло-технические параметры гелиомодуля. Оптимизирован угол наклона конструкции. Проведенный массив компьютерных численных экспериментов позволил определить диапазон эксплуатационных параметров эффективной работы гелиомодуля с целью определения трех основных параметров гелиомодуля: тепловой эффективности, тепловой мощности, температуры нагретой воды.

По результатам расчета создан опытный образец гелиомодуля, экспериментальная проверка которого показала удовлетворительное согласование предложенной модели расчета. При этом в качестве наиболее эффективного варианта принят проточный тип гелиомодуля с максимальным расходом воды. по результатам представленного комплекса исследований разработана конструкция внесезонного гелиомодуля, обеспечивающего получение теплой воды при низких и отрицательных температурах в осенне-зимне-весенний периоды эксплуатации.

Физическая модель адаптирована к предложенной конструкции, проведена численная оптимизация конструктивных параметров гелиомодуля. Экспериментально проверены основные положения реализации такой конструкции.

Теоретический анализ и экспериментальные данные проведены с учетом минимизации стоимости конструкции гелиомодуля, обеспечивающей окупаемость не более одного года. Использование перспективных материалов позволило определить ресурс таких гелиомодулей не менее 10 лет.

Результаты настоящего исследования использованы при создании промышленной гелиоводоподогревательной системы ДГПС –100, используемой для подогрева воды в санатории “Ислочь”, г. Раков. Испытания показали, что в среднем экономия топлива составляла не менее 25% эффект подогрева воды имел место даже при сильной облачности.

РАЗРАБОТКА ДЕМОНСТРАЦИОННОЙ ГЕЛИОВОДОПОДОГРЕВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДГПС–100 ДЛЯ САНАТОРИЯ “ИСЛОЧЬ”

Домород Л.С., Болдак И.М.

По количеству солнечной лучистой энергии Республика Беларусь имеет условия не хуже, чем Швеция, Дания, Голландия. Но в отличие от этих стран,

где доля гелиоэнергии доходит до 10-20%, в РБ это направление теплотехники практически не развито.

Многолетний опыт лаборатории терморегулирования АНК ИТМО НАН Беларуси в области использования солнечной энергии позволил создать серию гелиотехнических устройств: гелиоколлекторы, гелиоконцентраторы, гелиосушки с/х растений, гелиорадияторы-отопители, гелиокухни, гелиостерилизаторы, гелиоминитепложелекуростанции и т.п. Практическое применение получили гелиоколлекторы и гелиоводонагревательные системы на их основе.

Создан базовый ряд гелиоколлекторов для нагрева воды мощностью от 100 до 2000 Вт, обеспечивающих тепловую эффективность поглощения солнечной энергии от 45 до 70% при минимальной стоимости конструкции. В настоящее время уже нашли применение гелиоводонагревательные системы для небольших промышленных и с/х предприятий с тепловой мощностью ~10 кВт и гелиосистемы для коттеджей и даче мощностью 6 кВт.

На базе модуля 0,4 кВт разработана гелиоводонагревательная система ДГПС–100, состоящая из 100 гелиоколлекторов, позволяющая обеспечивать тепловую мощность не менее 40 кВт. Система предназначена для предварительного подогрева воды в системе теплого водоснабжения санатория “Исloch” и летнего детского оздоровительного лагеря “Фотон”.

В республике Беларусь это первая промышленная гелиоустановка, отвечающая всем нормам бытового тепловодопотребления ДГПС–100. Промышленная эксплуатация системы позволяет сэкономить 20-30% топлива. В среднем при прямом солнечном излучении температура поступающей в бойлер воды повышается с 8 °С до 38 °С даже при плотной облачности поступающая в бойлер вода нагревается в с 8 °С до предела 15 –20 °С.

ДИЗЕЛЬНОЕ БИОТОПЛИВО ИЗ РАПСА

Симирский В.В., Кабо Г.Я., Антонова З.А., Крук В.С.

Актуальность проблемы получения биотоплива из возобновляемого растительного сырья в Беларуси обусловлена отсутствием значительных запасов ископаемых энергоносителей, стремлением к уменьшению зависимости от поставок нефти и необходимостью поиска альтернативных энергетических ресурсов.

На основании анализа научных публикаций и собственных исследований по получению дизельных топлив из растительных масел авторами разработан лабораторный регламент и получено биотопливо путем переэтерификации рапсового масла. Проведенные исследования позволили подобрать катализатор, определить расходные коэффициенты всех реагентов, режим процесса (температуру, время реакции, условия осушки и разделения), количество и состав побочных продуктов. Значения физико-химических свойств синтезированного из рапсового масла биотоплива (теплотворная способность,

цетановое число, плотность, вязкость) удовлетворяют требованиям ГОСТ к дизельным топливам, по сравнению с которым оно экологически более безопасно. При его использовании в выхлопных газах отсутствует сера и значительно меньше содержание других токсичных веществ, в том числе окислов азота.

Авторами предложены принципиальные технологические схемы получения биотоплива периодического и непрерывного действия. Получение биотоплива может осуществляться как на моноблочных установках большой мощности (более 10 тыс.т в год), так и на модульных установках с годовой выработкой от 300 до 3000 т, устанавливаемых непосредственно у потребителя.

Себестоимость биотоплива на 95% определяется стоимостью рапсового масла. При этом существует принципиальная возможность снижения его стоимости за счет одновременного выпуска товарного глицерина, выделяемого из побочных продуктов перестерификации, твердого топлива и компонентов кормов.

По данным НИИ земледелия академии аграрных наук Беларусь располагает примерно 2.5 млн. га земель, пригодных для выращивания рапса и может ежегодно засеивать им 500 тыс.га., что позволит производить ежегодно около 500 тыс.т биотоплива.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ С ЦЕЛЬЮ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА МОБИЛЬНЫХ ПРОЦЕССАХ

Горин Г.С., Сильченко А.А.

В мобильных средствах распространены накопители энергии:

- маховичные - для сглаживания пульсаций в работе ДВС;
- аккумуляторные (АКБ), электрические и пневматические батареи - для запуска ДВС и тягового электропривода напольного транспорта.

В транспортном машиностроении иногда используют в цикле разгона для отдачи энергии маховичные, в цикле торможения - для накопления кинетической энергии.

Удельная энергия, накопленная маховиком, $E_{уд} = \omega w^2 \cdot r^2$, Дж/кг настоящее время больше, чем у других типов накопителей энергии. Преимущества маховичных накопителей энергии по $E_{уд}$ проявляется лишь при частотах вращения $20...50 \cdot 10^3$ мин⁻¹.

Однако, при таких частотах вращения проявляются недостатки маховичных накопителей:

- тяжелые бронированные кожуха безопасности утяжеляют конструкцию;
- большие гироскопические силы и моменты, препятствуют управлению поворотом.

В простейшем виде использование аккумуляторных накопителей энергии для привода основного тягового электродвигателя (ТЭД) также неэффективно

Число циклов зарядки и разрядки АКБ мало и составляет 280...360.

Тем не менее, в печати все чаще появляются сообщения о том, что перспективная мобильная энергетика должна рассматриваться как электрическая. Объясняется это тем что, с одной стороны, поддерживать и дальше добычу жидкого топлива на прежнем уровне не удастся, а с другой стороны, тем, что достигнут существенный прогресс в области создания накопителей энергии, в частности, конденсаторных. Японские специалисты прогнозируют, что к 2000 году 20% автомобилей будут выпускаться как электрические. Скорее всего, будут использоваться автомобили с гибридными двигателями. У последних кроме бензинового ДВС имеется вспомогательный электродвигатель (типа стартера), который используют:

- на разгоне в режиме вспомогательного ТЭД,
- при торможении в режиме генератора.

Уже в 1999 г. на рынках США появились автомобили “Хонда”, “Мицубиси”, “Мазда” с гибридными двигателями, показавшими в городском цикле прекрасную топливную экономичность.

В таких системах решающее значение приобретают КПД, а также возможности быстрой зарядки и разрядки, число их циклов.

По данным показателям преимущество имеют конденсаторные накопители энергии. В научно-технической литературе появились сообщения об использовании конденсаторных накопителей энергии с двойным молекулярным слоем для запуска ДВС.

У последних по сравнению с АКБ:

- число циклов зарядки больше в 1,5...3,0 раза;
- срок службы до 15 лет без ТО;
- время подзарядки 10...30 с;
- лучшие пожаро - и взрывобезопасность;
- лучшие экологическая чистота при производстве, эксплуатации и утилизации;

· больше импульс тока в пусковом режиме.

Энергия, накопленная в конденсаторе $E = CU^2 / 2$ существенно повышается с ростом напряжения. При $U=150...200$ В плотность энергии у конденсатора больше чем у АКБ.

В нашей работе рассматриваются задачи использования накопителей энергии в системах привода мини - техники и ходовых систем сельхозмашин, а также в гибридных двигателях.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БЫТОВОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ ТОРФА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Лисай Н.К.

Малая безотходная ресурсосберегающая технология производства кускового торфа с использованием отходов в промышленных горючих материалах включает следующие основные операции: экскавацию торфа из залежи на всю глубину залегания, смешивание торфа с промышленными отходами, формование композиционных кусков и сушка их на суходолах. Для полного извлечения торфа используются одношнековые экскаваторы с хорошей проходимостью. Экскавация и формование осуществляются на двух отдельных площадках. Одношнековый экскаватор вычерпывает торф на всю глубину. Происходит перемешивание торфа во время экскавации и затем снижение влажности при хранении в навалах. Выведение операции экскавации за рамки технологического цикла добычи придает технологии энерго- и ресурсосберегающий характер. По схеме малых технологий операция формования, стилки и сушки выводится за пределы первоначальной операции извлечения торфа из залежи. Это позволяет с наименьшими затратами организовать производственный процесс получения из торфа и промышленных отходов топливные композиции. В качестве таких площадок могут служить суходолы. Исключаются требования, предъявляемые к площадкам сушки на торфяной залежи, заключающиеся в трудностях поддержания необходимого водного режима. Суходолы представляют возвышенные площадки, минеральный грунт которых состоит в основном из песка и реже суглинков. Поскольку площадка сушки отдалена от места экскавации торфа, то она подбирается с учетом обеспечения достаточной проходимости для технологического оборудования и условий сушки формованных кусков композиций. Минеральный песчаный грунт обладает хорошей фильтрационной способностью и быстро отводит выпадающие осадки. Сушка торфяно-композиционных кусков проходит интенсивно как в первом периоде, так и на завершающей стадии. Минеральный грунт имеет малую влагоемкость. Подпитка водой сушимых кусков со стороны грунта исключена. Сокращается длительность сушки, повышается надежность технологического способа за счет снижения влияния метеорологических условий. Повышается коэффициент использования площадей полей сушки в связи с отсутствием осушительных каналов. Улучшается маневроспособность технологического оборудования. Выбор площадок на суходолах производится с учетом надежного подъезда автотранспорта, доставляющего торфяное сырье с участка экскавации и отходы горючих материалов для создания композиций, а также вывоза готовой продукции к месту потребления. Технология внедрена в Мостовском РПО «Сельхозхимия».

РЕЦИКЛИНГ И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ

PET'S CHEMICAL DEGRADATION PRODUCTS AS NEW HARDENERS OF EPOXY COMPOSITIONS

Fabrycy Ewa, Michalski Janusz

The growth of manufacturing volume and applications of plastic have been increasing continuously. The development has also enforced the research on national management of plastics as well as plastic wastes. The problem appears both in case of industrial technological wastes and the post-use wastes. The quantities of plastic packages and single-use plastic products are estimated at about 30% of total volume of plastics manufactured. Besides the simplest methods of material recycling, having been applied for several years now, the chemical recycling has become the subject of growing interest. The chemical recycling is a chemical process of polymer decomposition into small-particle compounds that are used as fuels (gas and fuel oils) or raw materials for applications in chemical industry. Those raw materials are most often used as monomers or semi-products for polymer synthesis. The plastic material undergoing chemical recycling is ethylene poly (ethylene terephthalate) - PET, that is commonly applied for manufacturing single-use packages, mostly the various types of soft drink containers or film or foil. The total communal wastes contain about 7-8% of plastics, where nearly half of that quantity is the packages worn. The PET's wastes can be processed using various recycling methods: material or chemical or energy recycling. The chemical recycling of PET plastics is processed in the processes of methanolysis, glycolysis, hydrolysis or aminolysis. The products obtained during methanolysis process are the materials recovered, i.e. dimethyl terephthalate and ethylene glycol. If the methanol is replaced with high-boiling alcohol e.g. 2-methylhexanol, the dioktyl terephthalate would be formed. The latter product is used as plasticizer of PVC. As the result of glycolysis of PET the oligomeric products are obtained, used as raw materials for producing unsaturated polyester resins, including resins of Polimal type produced in Poland. The other process, hydrolysis of PET is a process of transformation a polymer in appropriate pressure, temperature and water vapour conditions into resulting raw materials. The aminolysis of PET is used not so often as the other methods of chemical recycling. The effect of anhydrous ammonia on PET plastics in the environment of ethylene glycol causes terephthalate acid amide to form, the amide is then further used to produce the terephthalate acid nitrile. The amides formed in the process of PET aminolysis contain alcohol groups. Besides the chemical recycling processes mentioned so far there is one more recycling process that can be used in case of PET - a polyester, so that polymer wastes can undergo a process of transesterification. The resulting products of transesterification obtained from the reaction with ester higher glycols and carboxyl acids or from the reaction between pentaerythrite esters and fatty acids, are used to produce protective coatings. In Technical University of Szczecin have been doing researches concerning aminolysis and glycolysis processes on PET

for many years. There are also investigations made on possibilities of direct applications of products obtained in the processes mentioned above. The following ranges of applications of products are considered:

- to produce new, modified polymers through chemical synthesis,
 - to apply the products directly in technological processes to obtain new plastics,
- One of the latest conceivable applications of PET chemical degradation products, obtained with aminolysis or glycolysis methods, is using them in hardening process of epoxy resins.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ИЗ ОТХОДОВ ПОЛИМЕРОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Белоцерковский М.А., Федаревичус А.В.

Анализ методов нанесения полимерных покрытий показывает, что абсолютное большинство из них может быть реализовано только при изготовлении изделий и наличии специальных камер, ванн и т.д. Причем, требуемая плотность и адгезия достигаются последующей термообработкой сформированного слоя. Таким образом, данные методы не могут быть реализованы при ремонте уже покрытых деталей или при защите элементов конструкций без разборки агрегатов на месте их эксплуатации.

Наиболее экономичным и эффективным методом формирования полимерных покрытий является использование технологии газопламенного напыления. Оборудование для газопламенного напыления имеет малый вес и габариты, может эксплуатироваться в нестационарных условиях. В настоящее время в Республике Беларусь освоен выпуск полимерных порошков криогенным измельчением отходов производства низкоплавкого полиэтилентерефталата, полиамида и полиэтилена. Эксперименты показали, что широко используемое в промышленности газопламенное оборудование (установки с торговой маркой “УПТР”, “Metco”) нельзя применять для их напыления, поскольку в высокотемпературной газокислородной струе эти порошки горят или разрушаются.

С целью разработки конструкции термораспылителя, позволяющего формировать покрытие из частиц низкоплавких полимеров ($T_{пл} = 90...130^{\circ}\text{C}$), был выполнен теоретический анализ процесса их нагрева в газовом потоке. Решение тепловой задачи при граничных условиях, исключающих значительный перегрев порошка, позволило установить, что для эффективного процесса газопламенного напыления необходим тепловой поток плотностью $3 \cdot 10^6...6 \cdot 10^6$ Вт/м². Показано, что эта величина обеспечивается при сгорании пропано-воздушной смеси, истекающей из многофакельного соплового накопника определенной конструкции. Газосмесительная камера термораспылителя обеспечивает качественное смешение рабочих газов, в процессе напыления отсутствует налипание напыляемого материала на торец сопла. В качестве бачка питателя используются стандартные ПЭТ-бутылки, в которых

заранее рассеиваемый напыляемый материал может долго храниться без изменения реологических свойств. На экспериментальном образце установки были нанесены покрытия из порошка, полученного криогенным помолом отходов производства полиэтилентерефталата с температурой плавления от 96 до 125 °С.

УДК 541.1:546.226

ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ УСТАНОВКА РЕГЕНЕРАЦИИ ЖИДКИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

**Щиглинский В.С., Семенович И.В., Бразовский И.И., Сасковец В.В.,
Самойленко В.В., Федоров В.Г., Борисяк В.В**

В настоящее время на большинстве предприятий отработанные жидкие травильные железосодержащие отходы нейтрализуются, полученный осадок отделяется и вывозится в шламонакопители, а сточные воды сбрасываются в канализацию.

Анализ известных методов регенерации отработанных сернокислотных травильных растворов и проведенные нами экспериментальные исследования физико-химических свойств системы $\text{FeSO}_4 - \text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ позволили разработать технологию утилизации жидких промышленных железосодержащих отходов с получением товарного продукта - железного купороса.

Процесс основан на охлаждении травильного раствора, содержащего ~300 г/л FeSO_4 и ~ 1 г/л H_2SO_4 , в кристаллизаторе изогидрического типа до температуры -5 °С. Выпавшие в осадок кристаллы $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ отделяются на центрифуге и фасуются, а регенерированный раствор возвращается в технологический цикл.

К настоящему времени разработана, изготовлена и внедрена в эксплуатацию на Речицком метизном заводе промышленная установка, позволяющая перерабатывать ежесуточно до 30 м³ отработанного сернокислотного травильного раствора с получением до 10 т ценного товарного продукта - железного купороса.

Реализация данного проекта позволила, с одной стороны решить, экологические проблемы региона и возвратить в технологический цикл ценные химические вещества, а с другой - снизить на 30% валютные затраты на закупку импортируемого железного купороса.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛЬНОГО ВОЛОКНА

Новиков О.А., Гринюк Е.В., Бражников М.М., Круль Л.П.

В настоящее время острота проблемы утилизации отходов полиакрилонитрильных волокон, образующихся в Новополоцком ПО «Полимир», существенно уменьшилась. Совершенствование технологических процессов получения волокна, осуществление мероприятий по повторному использованию отходов в основном производстве привело к тому, что количество образующихся отходов существенно меньше чем то, которое могут использовать потенциальные потребители отходов. В этой связи актуальным становится вопрос о наиболее рациональных путях их использования.

Применение отходов в основном производстве ограничено тем, что с увеличением содержания вторичного полимера ухудшаются механические свойства волокон. Применение отходов при получении нетканых материалов также не оправдано, поскольку при этом не реализуются возможности, определенные химическим составом волокна.

Наиболее рациональным направлением утилизации становящихся все более дефицитными отходов полиакрилонитрильных волокон представляется получение новых химических продуктов и композиций, основанное на полимераналогичных превращениях с участием реакционноспособной нитрильной группы.

В АО «Лесохимик» (г.Борисов) уже более 10 лет осуществляется промышленное получение водорастворимых полиэлектролитов на основе отходов полиакрилонитрильных волокон «нитрон С» и «нитрон Д». Разработаны различные виды продукции, предназначенные для использования в текстильной промышленности, нефтедобыче, производстве окрасочных составов.

В настоящее время наиболее эффективно осуществляется промышленное производство водорастворимых полимеров типа ВРП, предназначенных, главным образом, для использования в получении клеев для систем стеклобумага и пластик-бумага. В результате пищевая и фармацевтическая промышленность Беларуси практически полностью обеспечена отечественными импортозамещающими клеями для этикетирования. Экономия валютных средств составляет около 700 тыс. у.е. в год.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ОБУВИ ИЗ ОТХОДОВ ТЕРМОПЛАСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОДНОСКОВ

Буркин А.Н., Шевцова М.В., Матвеев К.С.

В настоящее время в Республике Беларусь остро стоит проблема ресурсосбережения, переработки и утилизации отходов, являющаяся актуальной

для всех отраслей производства. Однако для предприятий обувной промышленности решение этой проблемы имеет особую практическую значимость. Это связано с тем, что доля сырья и материалов в себестоимости продукции составляет 75-93%. Одним из основных направлений для решения этой проблемы является максимальное использование местной сырьевой базы, вторичных ресурсов, позволяющих значительно уменьшить импорт сырья, материалов и оборудования. На обувных предприятиях образуется большое количество отходов термопластических материалов (в год до 10 тонн), применяемых для подносков обуви, которые практически не подвергаются вторичной переработке. Трудность переработки заключается в том, что большинство термопластических материалов для подносков является многослойными материалами.

В ВГТУ проводились работы по исследованию возможности переработки таких отходов термопластических материалов методом прессования. Процесс переработки включал следующие стадии:

- измельчение отходов путем дробления;
- разогрев и гомогенизация измельченных отходов на шнековом экструдере-смесителе;
- заполнение смесью пресс-формы и ее установку в вулканизирующий пресс для прохождения стадии спекания;
- охлаждение полученной пластины и выдержка в течение некоторого времени, необходимого для полимеризации материала;
- вырубка деталей из пластин и их использование в качестве подносков.

В университете были изготовлены опытные образцы обуви, в которых были использованы подноски из отходов термопластических материалов.

ПОДОШВЕННЫЙ МАТЕРИАЛ ИЗ ОТХОДОВ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВ

Буркин А.Н., Матвеев К.С.

Ограниченный рынок материальных и природных ресурсов Республики Беларусь определяет сложившуюся систему производства как перерабатывающую. Материалы и полуфабрикаты приобретаются за пределами республики, туда же вывозятся и изготовленные изделия. Кроме доходов от реализации продукции нашим предприятиям остаются и отходы производства, которые вывозятся на полигон для захоронения и постепенно загрязняют территорию страны. Наиболее «доходными» в этом отношении являются обувные предприятия. Например, в г. Витебске их отходы составляют около 20% от отходов всех промышленных предприятий города, что объясняется высокой материалоемкостью процессов изготовления обуви. Поэтому задача более полного вовлечения в производственный цикл вторичного сырья становится все более актуальной как с экономической, так и с экологической точки зрения.

ВГТУ совместно АО «Красный Октябрь» была разработана и внедрена

в производство технология изготовления подошвенного материала из отходов пенополиуретанов, образующихся при литье низа обуви методом жидкого формования. Путем последовательного измельчения отходов, их термомеханической деструкции посредством переработки на шнековом экструдере и последующей прокаткой валками изготавливают термопластичный подошвенный материал. Изделие получают в виде пластин шириной 200-250 мм, толщиной 2-4 мм и длиной 2-2,5 м, из которых вырезают подошвы, используемые для изготовления обуви. Проведенные испытания физико-механических свойств показали соответствие нормативным требованиям по всем параметрам. Это позволило применять полученный материал при изготовлении домашней обуви цехом ширпотреба. В результате предприятие смогло не только отказаться от приобретения за рубежом подошвенного материала, но и осуществлять полную переработку пенополиуретановых отходов.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ СТЕЛЕЧНЫХ КАРТОНОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОБУВИ

Буркин А.Н., Матвеев К.С., Трофименко О.И.

Ресурсосбережение, как фактор интенсификации промышленного производства, приобретает в настоящее время все большее значение. Комплексное использование сырья и материалов путем создания безотходной технологии должно составлять долгосрочную программу любого предприятия.

При изготовлении обуви методом горячей вулканизации на НП «Лидская обувная фабрика» используется вкладыш на низ обуви. Согласно технологическому процессу изготавливается вкладыш из резиновой смеси, из которой формируется подошва, и отходов текстильных материалов, используемых при производстве обуви. Тем самым экономится резиновая смесь, основные компоненты которой закупаются за пределами республики. Экономии дает введение в состав композиции текстильных отходов, которые вообще-то являются вторичным сырьем для изготовления нетканого материала и покупаются организациями вторсырья, что снижает экономический эффект.

Сотрудниками ВГТУ была предложена технология изготовления вкладыша с наполнением его отходами стелечного картона, который из-за пропитки клеевыми составами как раз этими же организациями вторсырья и не принимается. Разработка была адаптирована к имеющемуся оборудованию с минимальными изменениями технологического процесса. Предложенная технология прошла апробацию на предприятии, которая выявила необходимость модернизации применяемого оборудования. В настоящее время указанная модернизация осуществлена силами предприятия и технология находится в стадии промышленного внедрения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРИСТЫХ ТИТАНОВЫХ РЕГЕНЕРИРУЕМЫХ МЕМБРАН ДЛЯ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРАЦИИ ЯБЛОЧНОГО СОКА

Полуян А.Ф., Шабловский В.О., Лысенко Ю.Ю.

Применяемые в настоящее время полупроницаемые мембраны природного или синтетического происхождения для разделения коллоидно-дисперсных жидкофазных систем имеют ряд недостатков, связанных, прежде всего, с их плохой очищаемостью, низкой механической прочностью, неустойчивостью в окислительных средах. Этим недостаткам практически лишены пористые мембраны, изготавливаемые методом порошковой металлургии в ИПМ (г. Минск). Поскольку практически все коллоидные частицы несут определенный заряд, в проведенных исследованиях была апробирована возможность электрофильтрации некоторых коллоидно-дисперсных систем биологического происхождения (концентрата яблочного сока) на пористых титановых мембранах с различным размером пор (40-100 мкм) в зависимости от знака и величины напряженности прилагаемого к мембране поля. О мере очистки пропускаемого сока судили по степени уменьшения электропроводности фильтрата. Конструкция установки для электрофильтрации позволяла производить очистку титановых мембран в противотоке дистиллированной воды и приложенном потенциале обратной полярности. Регенерация считалась завершенной, если электропроводность, пропущенной через мембрану дистиллированной воды, соответствовала исходному значению.

По результатам исследований установлено, что максимальная скорость и степень очистки наблюдалась как при положительной напряженности поля, так и при отрицательной. Производительность мембраны (100 мкм) составила 0,14 и 0,16 м³/мин на м² поверхности соответственно для оптимальной отрицательной и положительной напряженности поля.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТРАБОТАННЫХ НИКЕЛЬСОДЕРЖАЩИХ ПЛАСТИН АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЛИГАТУР

Иванов Д.Э., Полянский А.В., Шитов Е.И.

При производстве жаропрочных и жаростойких сплавов в литейных цехах и участках Республики Беларусь остро стоит проблема легирующих элементов, в частности никеля. Такой материал не производится на территории республики и закупается в России или на Украине, стоимость которого составляет 4500 долларов США за 1 тонну. В тоже время, на БелЖД (только тепловозы) образуется в год около 9000 штук отработанных никельсодержащих аккумуляторных батарей (АКБ). В настоящий момент отработанные АКБ отправляются в Россию. В обмен на стоимость 100 шт отработанных АКБ -

БелЖД передается одна новая АКБ.

В качестве вторичного сырья использовались отработанные железоникелевые АКБ марки ТНЖ-300, содержащего оксиды и “хлопья” никеля. Содержание никеля в АКБ 9,65%, остальное железо, углерод, кобальт и примеси серы, фосфора, меди, калия и др. Технологический процесс использования отработанных АКБ предусматривает двух стадийную обработку АКБ: разборку АКБ и извлечение никельсодержащих пластин; сушка и прокатка пластин.

Термодинамический анализ реакций, протекающих между основными компонентами железуглеродистых сплавов и оксидами никеля, содержащимися в шлаке, показал возможность достаточно полного извлечения никеля при определенных условиях ведения плавки.

Проведенные эксперименты показали, что наиболее полное усвоение никеля из пластин достигается при загрузке их в металлозавалку, в отличие от введения пластин в шлаковую фазу. Следует отметить, что наибольшее содержание никеля (“хлопьев”) находится в активной массе ламелей пластин АКБ (до 42%), которую возможно применять для выплавки сплавов при лимитировании железа в их составе.

Создание комплексной технологии переработки отработанных АКБ позволит использовать содержащийся никель для производства никелевых лигатур и сократить импорт, что, в конечном итоге, позволит снизить дефицит в легирующих элементах и себестоимость продукции.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ОЛОВЯНИСТЫХ ПРИПОЕВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ЧУГУНОВ

Шитов Е.И., Урбанович Д.В., Полянский А.В.

На заводах приборостроительной промышленности РБ в процессе производства волновой пайки деталей образуется 50-100 тонн шлама в год, содержащийся по массе металлических королек 55-75% и оксидов цветных металлов 25-45%. Использование шлама, как вторичного сырья, в данной отрасли невозможно, из-за существенного изменения химического состава и структуры в процессе протекания технологического процесса.

Экономический расчет использования шлама показал, что металлическую фракцию целесообразно перерабатывать для получения припоя с корректировкой по химическому составу и структуры припоев. Оксидную составляющую шлама наиболее эффективно применять в металлургических процессах путем их восстановления в расплавах, в частности, для повышения качества чугунного литья.

Оксидная фракция шлама припоя ПОС-61 состоит:

- SnO_2 – 63,44%;
- PbO_2 – 35,9%;
- CuO – 0,14%;

- Sb_2O_3 – 0,24%;
- FeO – 0,22%;
- неконтролируемые примеси – 0,22%.

Экспериментальные плавки проводились на Полоцком литейно-механическом и Сморгонском литейно-механическом заводах при обработке ваграночного чугуна химического состава: С – 3,1 – 3,3%; Si – 1,9 – 2,2%; Mn – 0,6 – 0,8%; S – 0,12 – 0,21%; P – 0,1 – 0,15%.

В разливочный ковш при температуре 1300-1340 °С вводили 0,1-0,5% шлама с содержанием 80-95% оксидной составляющей. Чугун активно перемешивался и выдерживался в течении 7-10 минут и затем производилась заливка отливок. В результате проведенных плавок чугуна твердость чугуна повысилась с 160-172 НВ до 210-217 НВ. Предел прочности легированного чугуна соответствовал марке СЧ25.

Таким образом, использование отходов оксидной фракции припоев повысит марку чугуна с минимальными экономическими затратами.

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ПРОЦЕССАХ УТИЛИЗАЦИИ СОЕДИНЕНИЙ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Панасюгин А.С., Лабецкая М.В., Ильных Н.П., Машерова Н.П.

Использование в различных областях народного хозяйства благородных металлов (Ag, Au, Pt, Pd, Ir, Rh, Re) и их соединений вызывает ряд проблем, связанных с необходимостью как их утилизации, так и предотвращения их токсического воздействия на окружающую среду.

По данным санитарно-токсикологических исследований соединения благородных металлов относятся к 1 и 2 классу опасности. При попадании в организм человека они способны вызывать острую интоксикацию организма и платиноз, который в свою очередь провоцирует ряд серьезных заболеваний, таких как вазомоторный ринит, бронхиальная астма, блефарит, аллергический конъюнктивит и др.

Существующие методы извлечения соединений благородных металлов основаны в основном на применении ионообменных смол и углеродных материалов. При всех своих преимуществах они имеют один весьма существенный недостаток - невозможность десорбции драгоценных металлов без разрушения сорбента (в основном термического озоления), что, учитывая дороговизну данных материалов, на сегодняшний день не рентабельно.

В результате проведенных исследований были получены два типа материалов, позволяющих решить данную проблему более дешевыми путями.

Первый тип сорбентов - сорбенты с возобновляемым сорбционным слоем. Они представляют собой пористую основу с привитыми на ее поверхности активными функциональными группами, которые после реализации сорбционной емкости элюируют специальным составом.

Второй - неорганические коллекторы, полученные на основе нанострук-

турированных ферроцианидных материалов, которые после насыщения благородными металлами при создании определенного рН полностью разлагаются. Полученные жидкие концентраты перерабатывают с использованием традиционных технологий.

Показано, что изученные материалы наиболее перспективны при обработке сточных вод с низким содержанием благородных металлов.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ФОСФАТА ТИТАНА, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ОТХОДОВ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ТИТАНА

Шабловский В.О., Тикавый В.Ф., Полуян А.Ф.

Сорбент на основе фосфата титана (ФТ) предназначен для удаления микроколичеств ионов тяжелых металлов, а также аммонийного азота из растворов сложного состава, в том числе на фоне ионов жесткости, превышающих концентрацию целевых компонентов на 2-3 порядка. Получается растворением отходов металлического титана в ортофосфорной кислоте при температуре 105 °С в присутствии катализатора. При этом образуется гомогенный раствор трехвалентного титана, которым пропитываются различные носители. Последующее окисление кислородом воздуха промежуточного продукта при одновременной сушке приводит к получению нерастворимого кислого фосфата четырехвалентного титана. Варьируя параметры синтеза, можно получить набор сорбционных материалов, имеющих одну и ту же функциональную группу, однако различающихся своими свойствами.

Систематические исследования сорбционной способности образцов ФТ по отношению к микроколичествам ионов меди, цинка, кадмия, никеля и свинца позволили установить, что перевод указанного сорбента из водородной формы в натриевую позволяет увеличить динамическую сорбционную емкость по указанным катионам в 3-4 раза, что связано с увеличением рН в поровом пространстве ионита в процессе элементарных актов обмена $Me^+ \leftrightarrow Me^{2+}$. Это позволяет достичь степени очистки растворов с исходной концентрацией тяжелых металлов 1-50 мг/л до нескольких десятков тысяч колоночных объемов. Процент поглощения исследуемых ионов в статических условиях образцами ФТ при их концентрации 1-20 мг/л составляет 98-99%.

При увеличении исходной концентрации тяжелых металлов до 50 мг/л степень очистки составляет 75-80%. Ряд селективности выглядит следующим образом: медь > цинк > кадмий > никель > свинец. Ионы кальция, магния, железа до их концентрации 40-50 мг/л практически не влияют на поглощение целевых компонентов ФТ.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ ШИХТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ЗАГОТОВОК ГИЛЬЗ ФОРСИРОВАННЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Бодяко А.М., Галагаев С.В., Бевза В.Ф.

Одним из факторов, сдерживающих развитие литейного производства в Республике Беларусь, является отсутствие первичных шихтовых материалов, в частности литейных и передельных чугунов, традиционно применяемых для получения качественных литых заготовок ответственного назначения. Особую актуальность эта проблема приобретает в связи с необходимостью разработки технологии и освоения производства заготовок гильз цилиндров форсированных дизельных двигателей для энергонасыщенных тракторов “Беларусь” нового поколения, комбайнов ПО “Гомсельмаш” и автомобилей различного назначения. В настоящее время поставка гильз на сборочный конвейер ПО ММЗ осуществляется по импорту из России, Украины и Польши, однако эти гильзы не обеспечивают надежной работы форсированных дизелей в условиях эксплуатации.

В Институте технологии металлов НАНБ опробована технология получения заготовок гильз цилиндров дизеля Д-260 методом непрерывно-циклического литья намораживанием (НЦЛН). Чугун плавил в индукционной печи ИСТ-0,24 на шихте, состоявшей из собственного возврата различной дисперсности (стружка, литники, технологическая обрезь в количестве 50-60% от массы завалки), лома чугуна (корпусное литье 15-20%, лом гильз ДВС 15-20%) и лома стали (10%). Химический состав доводили до требуемого за счет ввода соответствующих ферросплавов и лигатур, расход которых был существенно ниже, чем при плавке на первичных шихтовых материалах (в частности никеля и меди в 3-5 раз меньше). Совмещение рациональных приемов плавки, подготовки расплава с преимуществами метода НЦЛН позволило без применения первичных шихтовых материалов получить высококачественные заготовки гильз цилиндров форсированных дизелей с повышенными характеристиками прочности и износостойкости. Проведенные на ПО ММЗ стендовые испытания показали, что опытные гильзы для дизелей Д-260 выдерживают без разрушения давление свыше 38 МПа, в то время как гильзы производства Украины и России разрушаются при 25...29 МПа, Польши при 30...32 МПа. Прирабатываемость и стабильность сопряжения в цилиндропоршневой группе экспериментальных гильз тоже выше, чем у серийных.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ ОТХОДОВ И ЛОМА ДЛЯ
ЛИТЬЯ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ****Андрушевич А.А., Чурик М.Н.**

При изготовлении алюминиевых отливок из отходов и лома важное значение имеет подбор и подготовка шихты, технология плавки, выбор параметров рафинирующе-модифицирующей обработки расплава, режимы заливки, рациональная конструкция оснастки. Научно-исследовательским институтом импульсных процессов (НИИИП с ОП) накоплен большой опыт применения отходов, лома отработавших свой ресурс деталей двигателей и других узлов из различных марок алюминиевых сплавов, для получения литых в кокиль заготовок и деталей ответственного назначения транспортной техники.

Разработана технология и освоено производство отливки поршня двигателя КАМАЗ для ПО “Авторемонт” (г. Минск) из лома изношенных поршней. Уровень механических свойств вторичного сплава на 10-15% ниже, чем у первичного сплава АК12ММгН, но соответствует ГОСТ 1583-93.

Литьем в кокиль из алюминиевых сплавов АК5М2, АК12ММгН и других, получаемых из лома, образующегося в автопарках и авторемонтных заводах, производятся также заготовки деталей пневмо- и гидроаппаратуры, корпусов кранов, крышки, пробки и т.п. для пассажирского транспорта - автобусов и троллейбусов. Отливки отличаются повышенной пневмоплотностью, отсутствием газовой пористости, прошли длительную эксплуатацию и используются НПО “Транстехника” для ремонтных нужд, в основном, автобусов “Икарус”.

Предложены комплексная технология и опытная оснастка для изготовления алюминиевых вставок токосъемников электротранспорта из отслуживших срок службы трамвайных вставок.

Немаловажным фактором в условиях почти повсеместного отсутствия отопления производственных площадей, является возможность утилизации технологического тепла, образующегося при переплаве вторичных алюминиевых отходов, затвердевании и охлаждении отливок. Несмотря на сложность технической задачи по сбору и утилизации тепловой энергии, предложены решения по её поэтапному решению путем общего утепления и выделения отдельных зон литейного цеха без затруднения работы технического персонала и оборудования. В виду значительной концентрации и высокой энергетической ценности тепловой энергии жидкого алюминия и его сплавов, учитывая практически нулевую исходную цену, это направление работы очень перспективно.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОНА НА ОСНОВЕ ТОРФО-БИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО

Бабенко Э.М., Ермак А.А., Ткачев С.М.

Одним из основных условий устойчивого развития экономики страны является расширение сети автомобильных дорог и повышения их качества. Поэтому наращивание производства асфальтобетона и вовлечение в переработку местных углеродсодержащих сырьевых ресурсов является одной из актуальных проблем в сфере дорожного строительства.

Исследования, проведённые в Полоцком государственном университете по изучению свойств и структуры торфо-битумного вяжущего, показали, что введение в исходный нефтяной битум торфа, приводит к образованию сложной дисперсной системы, свойства которой определяются, главным образом, групповым составом торфа и характером взаимодействия его компонентов с соединениями нефти. Торф в данном случае является активным наполнителем. При его смешивании с нефтяным битумом имеют место сложные процессы взаимодействия и превращения компонентов, включающие в себя:

- дегидратацию и декарбоксилирование гумифицированных соединений торфа;

- разрушение его полиассоциатов с разрывом части водородных связей;

- хемосорбцию асфальтенов на поверхности частиц торфа;

- диффузию компонентов дисперсионной среды к частицам и в поры торфа;

- перераспределение углеводов между фазами этой сложной дисперсной системы, в которой из частиц торфа, выполняющих роль одного из компонентов дисперсной фазы торфо-нефтяной дисперсной системы, могут переходить путём экстракции в дисперсионную среду и адсорбционно-сольватную оболочку такие соединения, как воски и смолы, способные, в связи с тем, что они являются природными поверхностно-активными веществами, оказывать существенное модифицирующее действие на свойства получаемого вяжущего и асфальтобетона на его основе.

Показано, что благодаря наличию активных функциональных групп и волокнистых включений торф положительно влияет на структуру и свойства битума в асфальтовяжущем, обеспечивая его высокую механическую прочность и сдвигоустойчивость.

ПОЛУЧЕНИЕ ПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИДОВ ЖЕЛЕЗА ИЗ ОТХОДОВ СТАЛИ ШХ15 МЕТОДОМ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА

**Ильющенко А.Ф., Талако Т.Л., Беляев А.В., Дмитрович А.А.,
Лецко А.И.**

Одной из наиболее важных народнохозяйственных задач, обеспечивающих экономное использование имеющихся в Республике Беларусь ресурсов, является разработка рациональных способов переработки отходов. В работе исследована возможность получения новых порошковых материалов на основе алюминидов железа из отходов стали ШХ15 методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС).

Исследованы особенности распространения волны горения при использовании различных видов отходов. Показано, что наличие СОЖ в реакционной шихте не приводит к загрязнению продукта, а является дополнительным активатором процесса.

Представлены результаты исследований структуры и свойств синтезированных материалов в широком диапазоне составов. Показано, что особенности метода самораспространяющегося высокотемпературного синтеза позволяют получать порошковые материалы на основе моноалюминидов железа с повышенной пластичностью при комнатной температуре.

Разработанные порошковые материалы могут стать заменителями порошков легированных сталей на аустенитной и ферритной основах, а также некоторых никелевых сплавов.

ТЕРМОПЛАСТЫ С НАПОЛНИТЕЛЯМИ ИЗ ОТХОДОВ РЕАКТИВНЫХ СМОЛ

Тартаковски Зенон

Проведено исследование новых композитных материалов, состоящих из вторичного полиэтилена и отходов реактивных смол. Наполнитель - порошок, величина частиц - 0,035 мм добавляли в полиэтилен до 40% (по 5%). Определены следующие свойства

- физические;
- механические;
- реологические (190-230 °С);
- трибологические;
- электрические;

Влияние наполнителя на структуру композита определено на электронном микроскопе (SEM).

Результаты исследований показали, что композит может иметь приме-

нение при изготовлении различных технических изделий. Новый материал можно перерабатывать обыкновенными методами на производственных машинах.

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ВОЛОКНА ТЕРЛОН ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ФЕНИЛОНА

Буря А.И.

Для улучшения физико-механических свойств и повышения износостойкости в полиамиды вводятся различные наполнители. Наполнители волокнистой структуры, в частности, химические волокна, являются наиболее перспективными. Усиливающее действие волокон значительно больше, чем дисперсных наполнителей, благодаря большей склонности к образованию собственных структур в среде полимера. Учитывая это, исследовали влияние отходов, получаемых в процессе производства волокна терлон на свойства ароматического полиамида фенилон-С1.

Как видно из данных, представленных в таблице, прочностные характеристики армированных пластиков в значительной мере зависят от процентного содержания волокна (С). Так, ударная вязкость (a) армированного пластика по мере увеличения содержания терлона повышается, проходя через максимум при 10 мас.%. Что касается твердости (НБ) и предела текучести ($\sigma_{\text{т.сж.}}$), то они растут во всем исследованном диапазоне наполнения. Обнаружена хорошая корреляция между физико-механическими и трибологическими характеристиками. Поскольку ударная вязкость, предел текучести при сжатии и твердость при введении волокна одновременно увеличиваются, износ (I) резко уменьшается. Наряду с увеличением износостойкости в 8-10 раз у армированного пластика наблюдается уменьшение коэффициента трения (f) в 2-2,5 раза по сравнению с исходным связующим, что обусловлено низким (0,15-0,16) коэффициентом трения волокна терлон по стали.

С, мас.%	a , кДж/м ²	НБ, МПа	$\sigma_{\text{т.сж.}}$, МПа	I , мг	f
-	18,0	260	236	4	0,48
5	23,5	269	245	1	0,32
10	29,4	280	257	0,6	0,23
15	20,8	299	273	0,3	0,24

Влияние волокна терлон на свойства композита на основе фенилон

Таким образом, установлено, что оптимальным сочетанием прочностных и антифрикционных свойств обладает композит, содержащий 10 мас.% волокна терлон.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ОКИСЛЕННЫХ БИТУМОВ

Али Халид, Ткачев С.М., Хорошко С.И.

С вводом в эксплуатацию в ПО «Нафтан» новой установки вакуумной перегонки мазута ВТ-1, оборудованной высокоэффективными контактными устройствами, появилась возможность углубления отбора масляных дистиллятов. Получаемый остаток (утяжеленный гудрон) имеет повышенную плотность и температуру начала кипения, отличается большой вязкостью. Использование такого гудрона в чистом виде для получения окисленных битумов затруднительно в первую очередь из-за высокой вязкости.

С целью улучшения вязкостных и дисперсных свойств данного гудрона представляло интерес изучение его поведения при смешении с побочными продуктами ПО «Нафтан». В качестве таких продуктов были выбраны экстракт селективной очистки четвертого масляного погона и затемненный продукт, получаемый при вакуумной перегонке мазута, которые добавлялись к гудрону в количествах от 0,5 до 10%. Проведены исследования влияния данных добавок на реологические (динамическая вязкость) и дисперсионные (диаметр и площадь межфазной поверхности дисперсных частиц) свойства исходных образцов гудрона. По ходу окисления данных образцов исследовали изменения таких свойств как температура размягчения, пенетрация и растяжимость полученных окисленных образцов.

Результаты проведенного исследования показали, что введение экстракта в количестве 2,5-4% мас. позволяет достигать активного состояния и снижать вязкость гудрона в 5 раз, при этом скорость окисления смесей увеличивается в 1,7 раза по сравнению с исходным гудроном, в то время как введение затемненного продукта в количестве 1-2,5% мас. позволяет снижать вязкость гудрона в 2,5 раза и при этом скорость окисления увеличивается в 1,5 раза по сравнению с исходным гудроном. Кроме того, улучшаются такие показатели окисленных продуктов как растяжимость и температура размягчения. Увеличение скорости окисления утяжеленного гудрона в присутствии вышеназванных добавок повлечет за собой снижение энергозатрат процесса окисления по сравнению с окислением исходного гудрона.

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА БАЗЕ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ткачев С.М., Якубовский С.Ф., Хорошко С.И., Покровская С.В.

Комплекс ценных технологических и эксплуатационных свойств полимерных композиционных материалов (ПКМ) обеспечивает их широкое применение в различных областях техники, в том числе в производстве промышлен-

ленных инженерно-строительных материалов. В качестве связующего обычно используют термопластичные полимеры. Для улучшения характеристик материала связующее формируют с наполнителями различной природы.

Настоящее исследование было предпринято с целью получения ПКМ на основе полимерных материалов и отходов их производства ПО «Полимир», модифицированных отходами механической переработки древесины (опилками, корой), речным песком, лигнином, торфом в качестве наполнителей (НП).

Полимерное связующее применялось в виде порошка в количестве от 4 до 25% масс. на композит. Образцы композитов получали методом горячего прессования сухой смеси связующего и наполнителя. Прессование вели при температуре 145 ± 5 °С и давлении до 10 МПа. Образцы для испытаний получали в виде таблеток диаметром 55 ± 5 мм или стандартных брусков размером $120 \pm 2 \times 15 \pm 0,2 \times 10 \pm 0,2$ мм.

Техническую оценку композитов проводили по комплексу физико-химических показателей: твердость по Бриннелю, предел прочности на статический изгиб, водопоглощение, огнестойкость. Полученные материалы имеют улучшенные физико-химические свойства по сравнению с ПКМ, в которых в качестве связующего используются фенол-формальдегидные смолы, являются экологически чистыми композитами и могут применяться в жилищном и гражданском строительстве.

Возможность организации производства строительных материалов с использованием полимеров в качестве связующего подтверждается достаточной сырьевой базой, получением экологически безопасной продукции, относительной дешевизной сырья.

КРОВЕЛЬНЫЕ И ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ТОРФО-БИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО Ермак А.А., Ткачев С.М., Зубова А.В.

Рост объёмов строительства промышленных и гражданских зданий и сооружений делает всё более актуальной задачу по расширению производства высококачественных кровельных и изоляционных материалов, при более широком использовании местного сырья.

С целью рационального использования природных ресурсов, расширения сырьевой базы и установления новых качественных характеристик, в результате исследований, проведённых в Полоцком государственном университете совместно с ИПИПРЭ НАНБ, решён вопрос по созданию вяжущего с использованием местного сырья, в частности, торфа. Установлено, что на основе вяжущего, полученного путём совместной переработки торфа и окисленных нефтяных битумов, может быть налажено производство целого ряда новых инженерно-строительных материалов - торфо-битумных мастик, изоляционных покрытий и т.п., отвечающих требованиям существующих ГОС-Тов и СТБ.

Процесс получения торфо-битумного вяжущего заключается в том, что специально подготовленный торф смешивается с нефтяными битумами и подвергается модифицированию некоторыми органическими и неорганическими веществами, улучшающими его дисперсную структуру и препятствующими биологическому разложению.

Проведенные исследования показали, что строительные материалы, полученные на основе торфо-битумного вяжущего, по сравнению с традиционными, обладают улучшенными реологическими и теплофизическими свойствами, в частности, более высокой теплостойкостью и меньшими текучестью и теплопроводностью. При этом экономия потребления нефтяной основы вяжущего может составлять до 20% массовых.

Результатом проведенных исследований явилась разработка технологии получения ряда мастик на основе торфо-битумного вяжущего.

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ПОРИСТОЙ КЕРАМИКИ ИЗ ОТХОДОВ СТРОЙМАТЕРИАЛОВ

Алескеенко Ю.А., Подденежный Е.Н., Судник Л.В.

Приводятся результаты морфологических, рентгеновских и микрорентгеноспект-ральных структурных исследований керамических пористых изделий, изготовленной из отходов ряда производств строительных материалов. Разработанные изделия используются в качестве фильтров, диафрагм и фазоразделителей и отличаются высокой прочностью и термостойкостью, регулируемой в широких пределах: фильтрующей поверхностью, газопроницаемостью, размерами пор и др. При этом степень использования отходов в материале изделия в большинстве случаев составляет 90×100%.

Оптимальные структура и состав пористой керамики, выбранные с помощью компьютерного материаловедения, обеспечивают объемно-фильтрующие свойства изделий, высокую термо-и кислотостойкость, сорбционную активность и молекулярно-ситовые свойства. Связано это не только с составом и дисперсностью исходных компонентов, но и с технологическими приемами, обеспечивающими растекание связки в виде тонкой пленки по зернам наполнителя в процессе спекания.

Основные свойства реализованных по проведенным исследованиям изделий:

- пористость - 25×50%
- размер пор - 12×150 мкм
- предел прочности при сжатии - 20 МПа.

ПОЛУЧЕНИЕ ВЯЖУЩИХ ИЗ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Кузьменков М.И., Сакович А.А., Стариков В.М.

В последнее время получают распространение безобжиговые вяжущие материалы на основе отходов промышленности. Это позволяет получать дешёвые строительные материалы, создавать и реализовывать ресурсосберегающие технологии и существенно уменьшать скапливающиеся отходы промышленности. Среди многочисленных видов побочных продуктов особое место занимают шлаки.

Анализ имеющихся способов получения шлаковых вяжущих показал, что наиболее эффективной является технология их получения, основанная на управлении гидравлически свойствами шлаков, специально синтезированных добавками, которые вводятся при помолё.

Получение бесклинкерного вяжущего осуществлялось путем совместного помола конверторного шлака, активирующей добавки (АД) и воздушной строительной извести. АД была синтезирована из сырьевой смеси на основе местных глин определенного минералогического состава и фосфогипса Гомельского химического завода (ГХЗ) при температуре обжига 850-900 °С.

Результаты физико-механических испытаний образцов показали, что разработанные составы вяжущего имеют в возрасте 28 суток марку 300, причем в ранние сроки (7 суток) набирают 70-75% от марочной прочности.

Исследование продуктов гидратации шлакового вяжущего с помощью инструментальных методов позволил установить, что рост прочности обусловлен образованием высокосульфатной формы гидросульфоалюмината кальция (эттрингита) и низкоосновных гидросиликатов кальция.

Наличие в отвалах Белорусского металлургического завода (БМЗ) конверторного шлака, а также фосфогипса и доступность местных глин создают реальные предпосылки организовать в Республике Беларусь производство таких местных вяжущих.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЛОКНИСТОГО ПОЛУФАБРИКАТА ВЫСОКОГО ВЫХОДА НА ОСНОВЕ ДЕФИБРАТОРНОЙ МАССЫ В КАРТОННО–БУМАЖНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Соловьёва Т.В., Кузёмкин Д.В.

Используемые в картонно–бумажном производстве широко распространённые за рубежом волокнистые полуфабрикаты высокого выхода (ВПВВ) – механические (древесные массы) для Республики Беларусь являются дефицитными и дорогостоящими. Это предопределяет необходимость поиска новых их видов, способных заменить традиционные. В таком качестве предлагается применение дефибраторной массы. В настоящее время дефибратор-

ную массу, полученную путём размола предварительно пропаренной щепы, применяют в производстве древесноволокнистых плит. Дефибраторная масса состоит из мало деструктурированных пластифицированных, экологически чистых древесных волокон. Она легко размальывается с приобретением при этом бумагообразующих свойств, которые можно регулировать химическим модифицированием. Проведённые нами лабораторные исследования показали, что дефибраторная масса с успехом заменяет 10-30% макулатуры в композиции бугорчатых прокладок, переплётного картона, картона для технических нужд, бумаги для внутреннего слоя гофрированного картона. При этом повышается однородность просвета, пухлость и гладкость образцов, снижается показатель их линейной деформации.

Стоимость дефибраторной массы ниже стоимости макулатуры. Использование в процессе дефибраторного размола щепы разбавленной серной кислоты и водного раствора карбамида позволяет наряду с сокращением расхода тепловой энергии на получение ВПВВ, повысить прочностные характеристики полуфабриката.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШЛАМА ОТ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ВОД В КАЧЕСТВЕ ОТВЕРДИТЕЛЯ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ КЛЕЕВ Барташевич А.А., Бахар Л.М., Игнатович Л.В.

Шлам от очистки природных вод является многотоннажным отходом. Он образуется при очистке природных вод от избыточного содержания растворенных в них веществ и загрязнений с помощью минерального коагулянта – сернокислого алюминия. Шлам, сразу после извлечения из отстойников водопроводных станций, содержит 1,5-3% сернокислого алюминия. Высокая влажность шлама способствует гидролизу сернокислого алюминия и образованию гидроокиси алюминия уже в течение первых 6-8 ч после его извлечения из отстойников. По истечению этого срока состав шлама стабилен во времени. Шлам является сложной многокомпонентной пространственной системой с сильно развитой поверхностью, объединяющей в единое целое большой комплекс различных по происхождению, качеству и свойствам веществ. Основными компонентами его являются продукты гидролиза химических реагентов в сочетании с минеральными и органическими веществами.

Клеевую композицию, содержащую в качестве отвердителя шлам, использовали при изготовлении фанеры, а также для внутреннего слоя древесностружечных плит. Установлено оптимальное количество шлама в клеевой композиции, которое позволяет обеспечить наилучшее склеивание древесностружечных плит и фанеры: 7,6-10,8 масс. и 5,0-7,0 масс. % соответственно. Использование шлама в качестве отвердителя позволяет повысить жизнеспособность клеевой композиции, интенсифицировать процесс прессования древесностружечных плит и клееной фанеры при сохранении их высокой прочности с одновременным сокращением расхода связующего и удешевления

композиции. Утилизация отхода, которым является в настоящее время шлам от очистки природных вод, позволяет не только заменить традиционные отводящие системы, но и решить экологические проблемы.

МАЛООТХОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗНОСОСТОЙКИХ ПЕТРОСИТАЛЛОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Бобкова Н.М., Баранцева С.Е., Залыгина О.С.

В настоящее время для решения экологических проблем и уменьшения воздействия антропогенной деятельности на окружающую среду большое значение имеет создание безотходных и малоотходных технологий.

Нами разработана технология производства износостойкого петроситалла на основе минерального сырья Микашевичского месторождения Республики Беларусь. Микашевичское месторождение, разведанное в середине 1960-х годов, эксплуатируется уже около 30 лет с целью добычи дорожного щебня. Сведения о химическом и минералогическом составех гранитов и диабазов позволили предположить возможность их использования для изготовления петроситаллов с достаточно высокими физико-химическими свойствами.

При проведении настоящих исследований получен петроситалл по термомпластической технологии на основе диабазов Микашевичского месторождения с подшихтовкой доломитом, а в качестве стимулятора кристаллизации применён Cr_2O_3 . Это позволило снизить температуру синтеза расплавов на $100\text{ }^\circ\text{C}$ и начала кристаллизации на $200\text{-}250\text{ }^\circ\text{C}$ и обеспечить объёмную кристаллизацию с образованием твёрдых растворов пироксенов.

Полученные образцы характеризуются высокими физико-механическими свойствами: предел прочности при сжатии 210 МПа , плотность 3400 кг/м^3 , пористость 2% , водопоглощение 1% , температура спекания $1050\text{-}1100\text{ }^\circ\text{C}$. Разработанный стеклокристаллический материал может быть рекомендован для работы в условиях повышенного трения.

При производстве изделий из предлагаемого материала пыль, образующаяся при помоле и транспортировке, может быть возвращена в технологический процесс; углеводороды, образующиеся при выжигании парафина, могут быть направлены в более высокотемпературную область печи для их дожига; твердые отходы, а также отработанные изделия могут быть утилизированы в других отраслях промышленности. Так, исследования показали, что отработанные изделия после тонкого измельчения могут быть применены в качестве добавок в железную шихту при производстве фрикционных дисков.

Таким образом, предлагаемая технология обеспечивает комплексное использование сырья, утилизацию отходов, снижение энергозатрат, возможность рециклинга, что свидетельствует о приближении её к безотходной.

ПОЛУЧЕНИЕ КАМНЕЛИТЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Баранцева С.Е., Бобкова Н.М., Аксаментова Н.В.

Использование природных минеральных ресурсов республики и отходов промышленности является особенно актуальным, поскольку приобретение сырья по импорту связано с большими валютными затратами.

Горные породы, такие как базальты, диабазы, граниты, андезиты, амфиболы, успешно применяются в России, на Украине, в Казахстане, как основа для производства каменного литья различного назначения. Диабазы Микашевичского месторождения РБ достаточно хорошо изучены, и по своему химическому и минералогическому составу вполне пригодны для получения различных силикатных материалов.

Целью настоящего исследования являлась разработка составов и оптимизация технологических параметров получения камнелитейных изделий на основе диабаза – цильпесов (мельющих тел). Результаты исследований позволили рекомендовать ряд составов, синтезированных на основе диабаза (80-85 мас. %), мела, доломита, сталеплавильного шлака МТЗ с добавками хромита и магнезита в качестве стимуляторов кристаллизации. Технологическая добавка (содовый “плав” - отходы производства ПО “Азот”) позволила снизить температуру кристаллизации “сверху” на 100-120 °С, что уменьшает энергозатраты на 20-25%.

Фазовый состав полученных материалов представлен пироксеновыми твердыми растворами на основе диопсида, геденбергита, эгирина, что обуславливает высокие показатели физико-механических свойств, а количество кристаллической фазы приближается к 90%. Значительная вариативность содержания оксидов за счет широкого гетеро- и изовалентного изоморфизма пироксенов предполагает использование не только диабазов, но и других пород Микашевичского месторождения.

Изделия из каменного литья оптимального состава (7-4П) характеризуются следующими показателями свойств: температура варки 1420-1440 °С; термообработки 810-830 °С; плотность – 3100-3200 кг/м³; микротвердость – 8900-10000 МПа; химическая устойчивость к кислоте 98,9-99,1%, к щелочи – 99,2-99,5%, к воде 99,8-99,7%.

Производство камнелитейных изделий является экологически безопасным и малоотходным, так как тонкомолотые, отработавшие свой цикл, мельющие тела (цильпесы) из каменного диабазового литья используются в качестве добавок (до 5%) при производстве фрикционных дисков из шихты на железной основе для тракторов МТЗ.

ВЛИЯНИЕ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НА УДАРНУЮ ВЯЗКОСТЬ УГЛЕПЛАСТИКОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДА-6

Буря А.И., Деркач А.Д., Свириденко А.И.

Современное машиностроение невозможно представить без применения конструкционных полимерных материалов, которые являются более прогрессивными по сравнению с традиционными материалами: бронзой, латунью, алюминиевыми сплавами.

Одни из лучших по технико-экономическим показателям среди полимерных материалов - термопластичные углепластики на основе алифатических полиамидов (УПА). Детали из УПА имеют оптимальное сочетание прочностных и трибологических характеристик, не требуют после их установки в рабочий узел специального технического обслуживания и способны работать при сухом абразивном трении. Внедрение их в массовое производство сдерживает такой фактор, как относительно высокая цена материала. Так, например, на начало 2000 года стоимость УПА составляла в странах СНГ от 7,5 до 12 долларов США за 1 кг материала. Естественно, при организации производства деталей из указанного углепластика, возникает вопрос о снижении их себестоимости.

Учитывая тот факт, что данные УПА могут неоднократно перерабатываться, целесообразно выбракованные и отслужившие свой срок детали, а также литники и облой, возвращать на вторичную переработку. Принимая во внимание то, что детали из углепластиков устанавливаются в ответственных узлах трения машин и агрегатов, необходимо знать, в какой степени изменяются при этом их физико-механические свойства. Если изменение характеристик будет не существенным, то автоматически снижается не только себестоимость производства, но и решается одна из главных проблем, а именно: создание ресурсосберегающей экологически чистой безотходной технологии. Действительно, при внедрении в производство такой технологии теряется только та часть материала, которая сама по сути является продуктом износа.

Для решения поставленной задачи нами была определена ударная вязкость рассматриваемого материала после первичной и вторичной переработки. Образцы для испытания, размером 4×6×50 мм изготавливались в диапазоне температур от 240 до 270 °С. Как видно из таблицы, наиболее высокая ударная вязкость после первичной переработки наблюдается при температуре литья 260 °С, а после вторичной переработки - 240 °С. В первом случае ударная вязкость образцов после вторичной переработки меньше, чем после первичной на 15%, а во втором случае - на 7,1%.

Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод о том, что на предприятиях, специализирующихся на производстве деталей из углепластиков, целесообразно организовывать участок повторной переработки выбракованных из-за износа или по другим причинам деталей. При этом рекомендуемые температуры литья при первичной переработке - 260 °С, а при вторичной - 240 °С.

Влияние температуры на ударную вязкость, кДж/м²

Переработка	Температура, °С			
	240	250	260	270
Первичная	41,6	36,1	42,2	33,6
Вторичная	39,2	33,2	35,7	34,4

К ВОПРОСУ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Строкун Л.И., Лоза В.М., Антоненко В.И.

В результате хозяйственной деятельности человека имеют место значительные отходы как при производстве полимеров, так и при переработке лесоматериалов. Применение композиционных материалов (КМ), получаемых в результате смешения полимерных отходов и отходов целлюлозо-содержащих материалов, позволяет решить ряд проблем, в том числе: экономическую (утилизация отходов), замену материалов, ценных пород древесины и пластмасс в машиностроении, строительстве и других отраслях техники.

Из таких композиционных материалов получают погонажные изделия, используемые в строительстве. Исходным сырьем являются отходы древесины, костра льна, шелуха риса, гречихи, подсолнечника, солома, и вторичные термопластичные полимеры (ПП, ПВХ, ПЭ).

Технологическая схема получения погонажных изделий из древеснополимерных композиций включает в себя следующие стадии:

- подготовка древесного или растительного сырья “наполнителя” (домол, сепарация) и приготовление вторичного полимера (измельчение, плавление, гранулирование);

- сушка наполнителя в сушилке;

- приготовление композиционной смеси;

- расплавление композиционной смеси в экструдере;

- формование погонажного профиля в формовочной головке.

В АО “Химтекстильмаш” проведены необходимые исследования по нахождению оптимальных смесей, включая выбор компонентов для получения готовой продукции, соотношение полимера и наполнителя, выбору необходимых добавок. Изготовлены различные образцы погонажных изделий из смесей вторичных полимеров с кострой, опилками, соломой.

Разработана документация на промышленную установку производительностью 60-120 кг/ч при получении погонажных изделий шириной 50-150 мм.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ И ЛИГНИНА

Дедюхин В.Г., Мухин Н.М., Ставров В.П.

Отходы деревообрабатывающих цехов составляют более 30% исходной массы. Например, при производстве паркета отходы составляют 80%. До настоящего времени отходы не находят полного и эффективного использования и часто отвозятся в отвалы и подвергаются сжиганию. Более сложным отходом, с точки зрения эффективной утилизации, является лигнин. При хранении в отвалах лигнин загрязняет большие территории земли, подземные воды и воды открытых водоёмов.

В данной работе приводятся данные по использованию этих отходов путём прессования изделий из них без добавления связующих в закрытых пресс-формах.

Древесные пластики без добавления связующих (ДП-БС) по ряду показателей свойств не только не уступают цельной древесине и древесным пластикам со связующими, но и превосходят их. Например, ДП-БС имеют более высокие показатели по прочности при сжатии, твёрдости, водостойкости и биостойкости, что позволяет рассматривать их в качестве материала для изготовления паркетной плитки, черепицы для крыш и т.д.

Модификация ДП-БС лигнином позволяет улучшить технологические свойства пресскомпозиции и эксплуатационные свойства пластика.

Исследовано влияние добавки лигнина к древесным частицам в количестве от нуля до 100%. Установлено, что текучесть по Рашигу плавно возрастает в 4,5 раза (от 16 мм – для 100% древесины и до 72 мм – для 100% лигнина). Текучесть по диску увеличивается с 85 мм до 100 мм в диапазоне добавки лигнина от 20 до 40%, а водопоглощение и разбухание, соответственно, уменьшается со 120 до 12% и с 40,3 до 4,4%.

Введением в пресскомпозицию, состоящую из древесных частиц и лигнина, модифицирующих добавок возможно улучшение технологических свойств прессматериала и эксплуатационных свойств получаемого пластика.

КОСТРА ЛЬНА – МАТЕРИАЛ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ В ЗАКРЫТЫХ ПРЕСС-ФОРМАХ БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЮЩИХ

Дедюхин В.Г., Мухин Н.М., Ставров В.П.

Известен способ [1] получения экологически чистых изделий прессованием из древесных и других одревесневших частиц (костра льна, конопля, стеблей хлопчатника и др.) без добавления связующих. Однако такой способ изготовления изделий не экономичен, так как каждое изделие необходимо охлаждать в пресс-форме под давлением. Кроме того, технологические свойства пресс-композиции без связующего очень низки. Например, текучесть по

Рашигу, в зависимости от состава композиции и режимов прессования, изменяется в диапазоне от 2 до 30 мм.

Предлагается технология получения изделий из таких пресс-композиций, позволяющая увеличить производительность в пять и более раз, а также значительно уменьшить тепловые затраты.

Улучшить вязко-текучие свойства таких пресс-композиций без ухудшения экологичности можно путём введения в них модифицирующих добавок (органических или неорганических веществ). Исследование показало, что наилучшими модифицирующими добавками является – органическая добавка “У” и неорганическая добавка “МК”

При введении в костру льна модификатора “МК” в количестве 10% масс текучесть по Рашигу увеличилась с 3 до 58 мм при влажности пресс-композиций 8% и до 175 мм при влажности 20% и температуре 180 °С. Введение этого же модификатора в количестве 5% даёт увеличение по диску с 86 до 110 мм, а модуль упругости при изгибе увеличивается с 0,6 до 2,2 ГПа.

Использование модификатора “У” в количестве 5% приводит к увеличению модуля упругости с 1,0 до 2,5 ГПа.

Применение комбинированного модификатора (“У” и “МК”) в количестве 12,5 повышает текучесть в 3 раза, модуль упругости в 6 раз, водопоглощение за 24 ч уменьшается в 3 раза, разбухание – в 2,5 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Минин А.Н. Технология пьезотермопластиков. – М.: Лесная промышленность. 1965.-248 с.

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ПРОБЛЕМЕ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ И УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ **Ю. Будиловскис**

В профилактике загрязнения окружающей среды промышленными стоками упор обычно делается на качество воды, выходящей из очистных сооружений заводов. Но любая технология очистки воды должна также отвечать на вопрос: что делать с осадком, являющимся вредным отходом? Несколько лет назад на одном экологическом конгрессе в Германии прозвучал даже такой, провокационно заостренный, тезис: на заводах надо строить не очистные сооружения, а установки для производства шлама, пригодного к использованию.

Такой подход – частный случай общей тенденции, все отчетливее проявляющейся в промышленном развитии последних десятилетий. Традиционная схема, в которой производство есть преобразование сырья в полезный продукт и подлежащий удалению отход, уступает место иной схеме, где отход поддежит не удалению, а вторичному использованию.

В условиях Литвы и Белоруссии это тем более актуально, что у нас нет

полигонов, приспособленных для захоронения токсичных гальваношламов и других вредных отходов. Расходы на строительство таких полигонов слишком велики для нас. Утилизация же шламов очистных сооружений вполне доступна, доступнее таких способов решения проблемы, как сжигание отходов или создание на предприятиях замкнутых производственных циклов. Разаумеется, при наличии соответствующих технологий.

В Литве они есть и легли в основу пионерной программы, реализованной в 80-х годах и охватившей более ста предприятий разных отраслей промышленности. Шлам очистных сооружений этих предприятий стал ценным сырьем для завода керамических стройматериалов. Добавляемый в керамическую массу, он позволил поднять качество и снизить себестоимость изделий. По сути, в масштабе региона была создана промышленная экосистема. Путем региональной координации и кооперации решили задачу, непосильную для отдельных заводов.

Вредные отходы удалось превратить в полезное сырье благодаря особой технологии очистки стоков на предприятиях – поставщиках шлама. В ней не применяются такие традиционные реагенты, как известь, бисульфит натрия, соли железа. Стоки обезвреживаются коллоидной суспензией оксигидратов двух- и трехвалентного железа (ферроферригидрозоле). Процесс позволяет управлять кристаллохимией осадка и придавать ему заданные свойства.

Удовлетворяя требованиям технологии утилизации, процесс очистки в свою очередь предъявляет требования к основному производству: состав и объем используемых в нем токсичных материалов должны быть соответствующим образом адаптированы. Например, из гальванопроизводства удалось изъять цианиды и кадмий. Расход других токсикантов резко сократился. Была создана система сквозного контроля за их движением, начиная с заводского склада. Контроль ведется по шламу. Завод-утилизатор, принимая шлам, фиксирует его количество и выполняет химический экспресс-анализ. Эти данные сравниваются с рассчитанными нормами расхода токсичных материалов для каждого производства. Так обеспечивается баланс на предприятиях и в регионе в целом.

С сожалением приходится констатировать, что в 90-х годах объем утилизируемых отходов сократился. Но связано это исключительно со спадом производства в Литве.

Создавая промышленную экосистему, мы надеялись, что со временем к этой работе подключатся и соседи Литвы, с которыми она связана общим водным бассейном – Белоруссия, Калининградская область России, Польша, Латвия. Однако, последовавшие затем политические перемены помешали координации наших усилий с сопредельными регионами. Нужда же в такой координации существует. Достаточно вспомнить хотя бы о том, что от промышленного Гродно до курортного Друскининкай по Неману рукой подать, а девять гродненских заводов используют в своих производствах соединения тяжелых металлов и дают свыше тысячи кубометров стоков в год. Существуют, очевидно, и в Литве производства, опасные для природы Белоруссии. В наших общих интересах выявить и обезвредить потенциальные

источники экологического ущерба по обе стороны литовского-белорусской границы.

Пока мы продолжаем работать с отдельными предприятиями Белоруссии, поскольку эффект нашей технологии обезвреживания стоков значителен и в рамках отдельных производств, еще до регионально организованной утилизации шлама. Дело в том, что ферроферригидрозоль (ФФГ) обеспечивает шламу малотоксичность и устойчивость к кислотным дождям. Поэтому, если нет условий для утилизации шлама, его можно вывозить на обычные свалки. Экспертиза, проведенная в разных странах, показала ее многократное превосходство над химическим осаждением тяжелых металлов по уровню их концентрации в осадке очистных сооружений.

Столь же убедительно доказано превосходство ФФГ над традиционными реагентами и по качеству очистки воды. Обеспечивается устойчивое выполнение самых жестких норм. ПДК достигаются, даже если сток загрязнен сильными комплексами металлов. ФФГ эффективен также при воздействии на катионные и анионные красители, на фосфаты. В воду, при ее обезвреживании, не вносятся анионы исходных солей, как это происходит при нейтрализации ядовитых стоков щелочными реагентами, что облегчает возврат воды в производство, основное или вспомогательное.

ФФГ упрощает технологическую схему очистных сооружений и их эксплуатацию. Седиментационные свойства препарата таковы, что отстаивание происходит прямо в реакторе, специальные отстойники не нужны. В реакторе же вода и осветляется. Далее, значения рН, при которых выводятся из стока разные металлы, сближаются настолько, что металлы осаждаются совместно, в одном реакторе. Отпадает нужда в разделении стоков на хромсодержащие, кислотно-щелочные, красильные. Один сток – один реактор.

Описанная технология создавалась нами для гальванических производств. В дальнейшем выяснилась ее применимость и для очистки стоков кожевенно-меховых, текстильных и некоторых других предприятий, для доочистки коммунальных стоков, прошедших биологическую обработку, и т.д. Расширился и ассортимент отходов, поддающихся утилизации, а также круг производств, в которых она возможна.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ КАРДАННЫХ ПЕРЕДАЧ С ПОЛИМЕРНЫМ АНТИФРИКЦИОННЫМ ПОКРЫТИЕМ

Кравченко В.И., Дереченик Л.И., Костюкович Г.А.

Основной причиной выхода из строя карданных передач является износ узлов и деталей ее составляющих. Статистика показывает, что более 80% карданных передач выходят из строя в результате износа на трение шлицевых соединений, крестовин, подшипников.

Износ шлицевого соединения вызывает вибрацию карданной передачи, отрицательно сказывающейся на долговечности как шарниров карданной передачи, так и агрегатов автомобиля. Поэтому применяют различные способы обработки поверхностей, чтобы уменьшить осевые усилия в подвижном шлицевом соединении, а также обеспечить защиту от коррозии.

Самым распространенным из традиционных способов обработки поверхностей является фосфатирование со средней толщиной слоя 0,0025 – 0,0075 мм. Такие покрытия являются только приработочными.

В карданных передачах серии “Белкард 2000” для снижения осевых усилий и увеличения срока службы на рабочие поверхности шлицев наносятся полимерные покрытия на основе “Полиамида-11” (“Рильсан ES”). “Полиамид-11” является одним из наиболее прочных термопластов и имеет хорошие антифрикционные свойства и износостойкость. Он стоек к воздействию масел и высоких температур. Покрытие устраняет шум и служит до некоторой степени демпфером возникающих колебаний.

Результатом проведенных работ являются коррозионно-стойкие, износостойкие и не требующие техобслуживания шлицевые соединения с высокой антизадириной способностью.

Технологический процесс нанесения полимерного покрытия в псевдосжиженном слое состоит из следующих операций: подготовка поверхности шлицев, предварительный нагрев изделия, погружение нагретого изделия в псевдосжиженный слой, термообработка нанесенного покрытия и его механическая обработка.

Применение технологии нанесения полимерного антифрикционного покрытия позволило исключить применение смазки в шлицевом соединении, термообработку шлицев и повысить долговечность шлицевого соединения в 3-4 раза.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ С ПОВЫШЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НА ОСНОВЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ХРОМА

Лещик С.Д., Струк В.А.

Одним из перспективных направлений в области ресурсосбережения является экономия металла за счет повышения ресурса трущихся деталей машин и механизмов. Традиционно для этого применяют гальванические покрытия, в частности, хромовые. Однако, в жестких условиях трения такие покрытия не всегда проявляют достаточные триботехнические свойства, зачастую наблюдается существенное повреждение сопряженной детали. В связи с этим в последнее время при решении задачи повышения долговечности трибоузлов все большее распространение находит системный анализ процессов, происходящих в ходе фрикционного взаимодействия материалов.

В настоящей работе в рамках системного анализа физико-химических аспектов фрикционного взаимодействия материалов триботехнической пары разработана модель коррозионно-механического изнашивания пары трения “гальванический хром - закаленная сталь”. Показано, что формируется замкнутый цикл неблагоприятных процессов, интенсифицирующих коррозионно-механический износ пары трения. Выявлены циклы трибохимических реакций, оказывающих основное влияние на стойкость системы к изнашиванию. Предложены, обоснованы и проверены на практике способы ингибирования неблагоприятных трибохимических процессов. Эффект повышения износо-, задиро-, коррозионной стойкости и антифрикционных характеристик достигается путем создания комбинированного металлополимерного покрытия на основе электролитического хрома, ультрадисперсных модификаторов и фторсодержащих олигомеров.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОТЕКСТИЛЕЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Лыщик П.А., Гармаза А.К.

В последнее время лесозаготовительным предприятиям приходится вести заготовку леса на лесосеках с заболоченностью 60-70%. При этом возникают трудности с вывозкой леса. Традиционные конструкции земляного полотна на заболоченных участках требуют большого расхода привозных материалов и древесного сырья. Значительно уменьшить расход древесины или полностью исключить ее применение в дорожном строительстве на слабых грунтах, снизить количество привезенных материалов и повысить несущую способность местных грунтов можно с помощью использования геотекстильных прослоек.

В конструкциях дорог на слабых грунтах геотекстиль в основном вы-

полняют две функции: армирующей и разделяющей прослойки. Кафедрой транспорта леса Белорусского государственного технологического университета на протяжении последних лет были разработаны конструкции подъездных путей к лесосекам и производилось опытное строительство подъездных путей к лесосекам с использованием геотекстилей в 1987, 1994 годах в Поставском лесопункте АО «Молодечнолес» и в 1992-1993, 1995 годах в Бобруйском опытным леспромхозе.

Применение геотекстиля позволило снизить объемы привозного грунта, уменьшить расходы на 25-30%, сократить сроки строительства.

В результате обследований и наблюдений за опытными участками лесовозных автомобильных дорог с геотекстильными прослойками можно сделать вывод, что геотекстиль позволяет уменьшить деформацию земляного полотна и его разрушение, происходит равномерная осадка основания насыпи и, следовательно, снижается неровность покрытия.

РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОЦЕССА ГАЗОПЛАМЕННОГО ПРОВОЛОЧНОГО НАПЫЛЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

Белоцерковский М.А., Сухоцкий П.Г.

Упрочнение и восстановление быстроизнашивающихся деталей машин и элементов конструкций методом газопламенного напыления покрытий из дешевых проволочных материалов (ГПН) является одним из самых интенсивно развивающихся направлений в ремонтном производстве, при создании ресурсосберегающих технологий, защите от износа и коррозии. Основным недостатком метода ГПН при традиционной схеме его реализации является невозможность введения в состав покрытия какого либо другого материала помимо металла проволоки. Рабочую поверхность деталей узлов трения скольжения покрывают однородным слоем бронзы (вкладыши подшипников скольжения) или стали (шейки коленчатых валов), то есть весь эффект от нанесения покрытия, кроме восстановления размера, заключается лишь в хорошей адгезии жидких смазок к пористому слою.

Для повышения триботехнических характеристик рабочих поверхностей деталей узлов трения скольжения, восстанавливаемых методом газопламенного проволочного напыления, в ИНДМАШ НАН Беларуси разрабатываются способы введения наполнителей (твердых смазок, керамики) в покрытия непосредственно в процессе их формирования. Наполнителя вводятся с помощью попутных потоков в зону факела, расстояние до которой определяется их теплофизическими свойствами.

Эффективность процесса ГПН и свойства покрытий обусловлены динамическими параметрами двухфазного потока, сформированного продуктами сгорания рабочих газов, распыляющим воздухом и частицами распыленной проволоки. Адгезия и плотность слоев в значительной степени определяются

размером частиц напыляемого материала.

Для обеспечения получения более равномерного по грануляции мелко-дисперсного распыла проволок из тугоплавких металлов и сплавов было предложено генерировать в обжимающем газовом (воздушном) потоке высокочастотные акустические колебания с высоким уровнем звукового давления. Акустическое воздействие распыляющего потока препятствует вытягиванию расплавленного металла в нить и вызывает отрыв капель металла с поверхности и вершины конуса плавящегося участка проволоки. Исследование влияния акустического воздействия на воздушный поток при распылении стальной проволоки и на механизм образования распыляемых частиц показало, что для получения частиц размером 5...15мкм в количестве 85...90% от их общего количества необходимо генерировать колебания с частотой 24...48 кГц. Повышение уровня звукового давления до 180 дБ позволяет увеличить дисперсность распыления при меньших частотах генерируемых колебаний.

РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИРОВКИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Куликов И.С., Ващенко С.В., Ермаков В.Л., Каменев А.Я.

Технология полировки широко применяется на многих промышленных предприятиях и ее модернизация даст большую экономию имеющихся ресурсов. В настоящее время в качестве финишной обработки металлов и сплавов в основном используют механическую либо электрохимическую полировку в кислотных электролитах. Традиционная электрохимическая обработка при современном уровне цен на кислоты является довольно дорогостоящей и очень вредной для здоровья персонала. Механическая полировка чрезвычайно трудоемка и малопроизводительна. Внедрение на предприятиях электроимпульсной технологии обработки металлических поверхностей позволит существенно сэкономить материальные, энергетические и трудовые ресурсы, а также значительно улучшить экологическую обстановку на производстве и в прилегающей местности. При полировке поверхностей электроимпульсным методом (ЭИП) используют нейтральные 3-6% водные растворы солей с небольшим количеством различных добавок, для утилизации отработанных электролитов не требуются специальные очистные сооружения. Процесс обработки может быть полностью автоматизирован и длится 0,1-2 мин при снятии заусенцев и 2-6 минут при полировке.

Опыт внедрения установок ЭИП на предприятиях Беларуси, России и Украины показал, что затраты по зачистке заусенцев при изготовлении коллекторов электродвигателей уменьшаются в десятки раз по сравнению с традиционными методами. И это без учета капитальных вложений на очистные сооружения, их обслуживание, а также влияние на экологию, что трудно поддается расчету.

Разработан источник питания повышенной стабильности, позволяющий

полировать изделия на более низких рабочих напряжениях 220-260В взамен стандартных источников питания на 330-360В, что позволит на 20-30% снизить расход электроэнергии при полировке одинаковой площади изделий. Для эффективного использования экономичного источника питания разработаны соответствующие составы электролитов и режимы полировки на установке с новым источником питания. С целью дополнительной экономии электроэнергии разработан сокращенный по времени двухстадийный метод полировки с использованием высоких рабочих напряжений на первой стадии выглаживания поверхности и проведением второй завершающей стадии обработки в электролите при более низких напряжениях.

ПРОДЛЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ КРУПНОГАБАРИТНОГО ДОРОГОСТОЯЩЕГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО И НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЗА ПРЕДЕЛАМИ РАСЧЕТНОГО РЕСУРСА

Куликов И.С., Каменев А.Я., Климова Л.А.

Продление срока службы дорогостоящего крупногабаритного оборудования, в частности барабанов котлов, главных паропроводов, ректификационных колонн и колонн риформинга за пределы расчетного ресурса (100000 часов) является актуальной задачей, позволяющей экономить значительные средства. Расчетный срок службы оборудования в значительной степени является условной величиной, поскольку весьма сильно зависит от исходного состава, структуры и термообработки стали, условий эксплуатации оборудования, состава технологической среды. Время до разрушения стали одинакового состава, но различно термообработанной, может различаться на порядок. Поэтому продление срока службы сопряжено с необходимостью изучения реальной тонкой структуры стали. В ИПЭ НАНБ совместно с Гомельским отделением БИА на основе сравнительных исследований свойств и структурного состояния натуральных образцов ферритных и аустенитных сталей, вырезанных из оборудования, выработавшего расчетный ресурс и исходных образцов, а также опыта, накопленного в странах СНГ и за рубежом по методам определения остаточного ресурса, изучено влияние эксплуатационных факторов на металл оборудования Мозырского НПЗ.

В работе приведены данные по изменению, в процессе эксплуатации, состава стали, состояния межзеренных границ, старения стали, проанализирована степень вредного воздействия технологической среды на сталь: состава топочных газов, углеводородного сырья, водорода. Выполнено изучение механических свойств: ударной вязкости, пластичности, сопротивляемости усталостному разрушению, твердости и микротвердости, а также сопротивляемости межзеренному коррозионному разрушению и водородному охрупчиванию. Проведено исследование состояния сварных швов углеродистой стали, выполненных, без подогрева и термообработки аустенитным электро-

дом. На основе выполненных исследований показана возможность дальнейшей эксплуатации колонны каталитического риформинга. Установленный остаточный ресурс составляет не менее 50000 часов. Контроль за состоянием металла в процессе эксплуатации, размещение образцов свидетелей, выполнение комплекса мероприятий, позволяющих избегать перегревов и перегрузок дает возможность значительно увеличить срок службы указанного оборудования иногда в 2-3 раза.

НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫЙ ПОЛИАКРИЛАМИД КАК ОСНОВА КЛЕЕВ ДЛЯ СИСТЕМЫ СТЕКЛО-БУМАГА Якимцова Л.Б., Бражников М.М., Круль Л.П.

В настоящее время, в связи с экологическими проблемами в Беларуси, возрос интерес к водорастворимым полимерам, при производстве и эксплуатации которых не применяются токсичные органические растворители и не загрязняется окружающая среда. На Новополоцком ПО «Полимир» идет освоение производства полиакриламида (ПАА). Этот водорастворимый полимер используется в качестве флокулянта в горнодобывающей, бумажной и других отраслях промышленности, для очистки сточных и питьевых вод, структурирования почвы, укрепления грунта и т.д. Флокулирующие и другие эксплуатационные свойства ПАА зависят от молекулярной массы (ММ) полимера и улучшаются с ее увеличением, достигая максимального значения при $ММ \approx 10^7$. Поэтому большинство исследований было направлено на получение ПАА с высокой ММ. Но в процессе производства в результате сбоев технологического режима или недостаточной чистоты мономера и инициатора образуются отходы полимера с низкой ММ (10^4 - 10^5).

Цель настоящего исследования заключалась в поиске областей применения низкомолекулярного ПАА.

Была установлена возможность использования ПАА в качестве основы клеев для системы стекло-бумага. Однако высокая ММ полимера приводила к тому, что в процессе наклеивания бумажной этикетки на стеклянную тару клей образовывал тонкие волокна, затрудняющие работу этикетировочной линии. Нами были синтезированы образцы ПАА с ММ 10^4 - 10^6 и дана оценка их реологических свойств в интервале температур от 20 до 40 °С и скоростей сдвига от 0,33 до 1312 с⁻¹. Установлено, что 7%-ный водный раствор ПАА с ММ $\approx 10^6$ имеет неньютоновский характер течения, а с ММ $\approx 10^4$ – ньютоновский. Для низкомолекулярного ПАА ($\approx 10^4$) увеличение концентрации и температуры раствора не изменяют общего характера течения жидкости. Определены адгезионные свойства водных растворов ПАА в зависимости от концентрации и ММ полимера.

Показано, что низкомолекулярный ПАА 40%-ной концентрации может быть использован в качестве основы клеев для системы стекло-бумага.

ИМПУЛЬСНЫЙ ПЛАЗМЕННЫЙ ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРОНОВ

Груздев В.А., Залесский В.Г., Антонович Д.А., Голубев Ю.П.

В технологиях термического воздействия на материалы часто целесообразным оказывается локальный энерговыход без нагрева всего изделия (например, закалка поверхностей). Такой нагрев, значительно снижающий технологические энергозатраты, обычно реализуется электронно-лучевым воздействием. Однако, невысокий ресурс традиционно используемых термокатодных пушек и низкая производительность установок на их основе стимулируют поиск альтернативных электронных источников. К последним относятся плазменные источники электронов (ПИЭЛ), которые имеют значительно больший ресурс (сотни часов), позволяют существенно повысить производительность технологических установок, более просты в изготовлении. Для ряда электронно-лучевых технологий (выжигание, закалка, упрочнение, аморфизация поверхностей) с целью снижения полного энерговыхода в изделие целесообразно применять импульсные пучки большого сечения.

Анализ термического воздействия электронного пучка на материалы показал, что расплав поверхностного слоя стали толщиной до $5 \cdot 10^{-4}$ м достигается при плотности мощности пучка $10^8 \div 10^9$ Вт/м² и времени воздействия $0.1 \div 0.5$ мс. При типичных ускоряющих напряжениях (десятки кВ) такая плотность мощности обеспечивается при плотности тока пучка $10^4 \div 10^5$ А/м². Для получения электронного пучка с такими параметрами нами использовался импульсный сверхплотный тлеющий разряд в разработанной газоразрядной структуре со скрещенными Ег⁺Н полями. ПИЭЛ на основе этой газоразрядной структуры генерирует электронные пучки с площадью круглого сечения до 20 см², током до 15 А, длительностью однократного импульса до 0.2 мс и плотностью мощности $2 \div 3 \cdot 10^8$ Вт/м² при ускоряющем напряжении до 30 кВ. Система электропитания позволяет обеспечить работу источника и в непрерывном режиме с параметрами: ток пучка до 0.3 А, плотность мощности до $3 \cdot 10^6$ Вт/м².

Эксперименты показали, что разработанный электронный источник может быть использован для поверхностного упрочнения ряда изделий, прошедших сложную технологическую обработку (например, шестерни) в качестве заключительного этапа обработки в импульсном режиме или для нагрева изделий в непрерывном режиме (спекание порошковых структур и др.).

МЕТАЛЛИЗАЦИЯ ПЛАСТИКОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭКРАНОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Степанова Л.И., Пуrowsкая О.Г., Мозолевская Т.В

Развитие техники и появление новых технологий привело к резкому росту уровня электромагнитного излучения (ЭМИ) в окружающей человека среде. Одним из эффективных средств снижения уровня ЭМИ является экрани-

рование источников излучения. Применение экранов из металлизированных пластиков позволяет уменьшать металлоемкость и вес изделий, экономить дефицитные цветные металлы и энергоресурсы.

Авторами предлагается вариант технологического процесса химико-гальванической металлизации пластмасс, предусматривающий снижение общих трудозатрат и расхода благородных металлов. В технологии упрощены режимы подготовки поверхности полимерных диэлектриков за счет использования комбинации операций набухания в органических растворителях и модификации поверхности в растворах травителей. Активирование поверхности осуществляется за счет нанесения токопроводящих пленок нестехиометрического сульфида меди или при восстановлении сильным восстановителем частиц гидроксида меди, нанесенных на активируемую поверхность в процессе гидролиза аммиака меди. В первом случае после операции активирования следует стадия гальванического осаждения никеля из стандартного электролита никелирования или меди из специально подобранного комплексного электролита меднения, во втором - на поверхности диэлектрика осаждается медь из раствора химического меднения. Эффективность экранирования коррелирует с электропроводностью пленок, и величина последней может служить мерой степени экранирования ЭМИ. Высокой экранирующей способностью (ослабление ЭМИ на 80-90 дБ в диапазоне частот 30-1000 МГц) обладают комбинированные медно-никелевые пленки, состоящие из поочередно осажденных слоев этих металлов суммарной толщины не менее 3-5 мкм.

РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ ПОКРЫТИЯ ЦИНК- НИКЕЛЬ

Бык Т.В., Цыбульская Л.С., Гаевская Т.В.

В НИИ физико-химических проблем Белгосуниверситета разработана ресурсосберегающая технология электрохимического осаждения покрытия цинк-никель на низколегированную сталь, литье, чугун, позволяющая снизить расход материалов как на стадии изготовления изделий различного назначения, так и при очистке стоков.

В настоящее время на предприятиях Республики Беларусь для анодной защиты стали от коррозии и придания изделиям декоративного внешнего вида широко используются цинковые покрытия, дополнительно обработанные в различных составах хроматных растворов. Очистка стоков от ионов Cr(VI) очень дорогостоящая и трудоемкая, требует больших затрат материалов для их обезвреживания, трудозатрат и денежных средств для захоронения сухих хроматных продуктов и создания специальных полигонов. Разработанная нами технология электрохимического осаждения покрытия цинк-никель позволяет исключить дополнительную обработку изделий в хроматных растворах, что обеспечивает снижение расхода материалов и себестоимости продукции, а

также исключает загрязнение стоков солями хрома и уменьшает экологическую напряженность в Республике. Покрытия цинк-никель в 5-10 раз превосходят цинковые покрытия по коррозионной стойкости в среде 3% раствора хлорида натрия (имитация соляного тумана), в 2-4 раза по износостойкости, на 20-30% по микротвердости. В ряде случаев покрытия цинк-никель могут заменить никелевые покрытия, что также позволяет сократить расход дефицитных солей никеля и никелевых анодов. Перспективность разработки определяется также широким практическим использованием различных изделий с защитно-декоративным покрытием цинк-никель в народном хозяйстве: замочно-скобяные изделия, мебельная фурнитура, комплектующие для машин и механизмов, отделочные металлические материалы, шариковые и роликовые направляющие, скобы, опоры, винты, болты, шурупы и т.д.

Предлагаемая технология достаточно проста и универсальна, ее внедрение не требует кардинальной перестройки имеющихся на предприятиях Республики гальванических линий. Электролит работает в диапазоне температур 10-35 °С, легко поддается корректированию по убывшим компонентам, рН, блескообразующим добавкам, не критичен к изменяющемуся в процессе работы соотношению концентрации ионов Ni(II) и Zn(II). Формирующиеся покрытия имеют постоянный химический состав.

ПРОИЗВОДСТВО ТЕПЛОСТОЙКИХ И ТЕПЛОИЗОЛИРУЮЩИХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СИЛАНЛЬНОСШИВАЕМЫХ ПОЛИОЛЕФИНОВ

Морозова Л.С., Хватова Т.П., Высоцкая М.И.

Разработка новых композиционных материалов на основе полимеров, обладающих низким коэффициентом теплопроводности, является актуальной задачей энергосберегающих технологий. Сшитые полиолефины (ПО), и в частности полиэтилен высокого давления (ПЭВД), являющийся крупнотоннажным продуктом РБ, включая вспененные материалы на их основе, имеют повышенную термостойкость, что расширяет температурный интервал их применения.

Перспективным направлением в области сшивки полимеров является сшивка силанами. Данная технология, по сравнению с традиционно используемой – радиационным облучением не требует применения энергоемкого дорогостоящего оборудования. Сшивка идет в присутствии воды и влаги воздуха при повышенной температуре. Получение сшитых силанами ПО включает в себя следующие стадии: модификация силаном исходного полимера, изготовление изделия и гидротермальная обработка готового изделия (сшивки). Готовые изделия и заготовку для вспенивания из силанольносшиваемых композиций можно получать с использованием традиционного оборудования для переработки термопластов.

Из силанольносшиваемых композиций ПО, поставляемых ННПП «Пластполимер» изготавливаются термостойкие трубы для гибких подводок, мно-

гослойные трубы, армируемые алюминиевой фольгой. В настоящее время ведется разработка технологии и освоение производства в РБ труб на базе силанольноносшиваемого ПЭВД, армированного химическими волокнами.

Развивающимся направлением в области силанольноносшиваемых ПО является производство вспененных материалов. Они обладают низкой плотностью (до 30 кг/м³), низким коэффициентом теплопроводности (до 0,036 Вт/м·град) и водопоглощения, являются шумопоглощающими и демпфирующими материалами, поэтому их широко используют в разных областях. По сравнению с жестким пенополиуретановым покрытием, гибкая изоляция из сшитого ПО легко взаимозаменяется и накладывается на сложные участки разводов и стыков, долговечна и безопасна по санитарным требованиям.

В ННПП “Пластполимер” разработана установка для непрерывного вспенивания, которая позволяет нарабатывать вспененные материалы различного профиля и изучать закономерности влияния компонентов композиции и параметров процесса на конечные свойства материалов.

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КАНАТОВ НА ИХ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

Щерба В.Я., Дворник А.П., Белько С.Л.

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. Одна из причин снижения срока службы канатов заключается в износе наружных проволок канатов под воздействием динамических нагрузок в течение каждого цикла подъема.

Реализация полученных результатов испытаний канатов проволоки на усталостную прочность при асимметричном цикле по определению оптимальной величины изгибной деформации в крайних волокнах в проволоке явилось испытание опытных образцов пряди из патентованной и бейнитированной проволоки диаметром 7,0 мм типа ЛК-3 конструкции

$$\frac{1}{1,60} + \frac{6}{1,45}; \frac{6}{0,60} + \frac{12}{1,30},$$

а также канатов из этих прядей следующего химического состава: С–0,69%, Мп–0,57%, Si–0,29%, S–0,024% и P–0,010%.

Результаты стандартных механических испытаний канатной проволоки разрыв, перегиб и скручивание, а также характеристики, полученные на основании условных и истинных диаграмм напряжений, не являются исчерпывающим критерием определения качества канатной проволоки. Наиболее полным критерием определения качества проволоки, изготовленной по различным технологическим схемам, являются испытания на циклическую прочность.

СФЕРИЧЕСКИЙ ШТАМП ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ЛИСТОВЫХ КОМПОЗИТОВ

Карпушко А.В., Свирский Д.Н., Федосеев Г.Н.

Широкому внедрению прогрессивных методов листовой штамповки в область мелкосерийного производства препятствует высокая трудоемкость и стоимость изготовления металлической технологической формообразующей оснастки - пуансонов и матриц штампов. Применение в качестве конструкционного материала сменных формующих элементов штампов относительно дешевых неметаллических композитов, в частности древесных, в сочетании с оригинальной технологией их послойного синтеза позволяет во многом решить указанную проблему.

Рассматривается задача определения перемещений, деформаций и напряжений в сферическом штампе из древесных листовых композитов, который представляет собой однородное трансверсально-изотропное тело вращения. Плоскости изотропии, проходящие через каждую точку тела, нормальны к его геометрической оси (оси вращения), а распределение усилий обладает симметрией вращения относительно той же оси. Нормальные смещения точек сферической границы штампа считаются пропорциональными синусу дуги меридиана полушара, наибольшим считается перемещение "полюса". Плоская поверхность штампа остается плоской. Такими же полагаются перемещения, нормальные ко всякой сфере, проведенной внутри штампа. Наибольшим при этом получается перемещение полюса сферы, пропорциональное ее радиусу. Принятые перемещения разлагают на радиальные и осевые составляющие.

В дальнейшем находятся деформации (в принятой цилиндрической системе координат) и, с помощью обобщенного закона Гука, напряжения в штампе. При этом осевые напряжения связываются условием равновесия с нагрузкой, действующей на плоскую границу штампа, откуда находится наибольшее перемещение в "полюсе" сферической границы штампа.

В ходе расчетов установлено, что параметром, ограничивающим технологические возможности штамповки, является высокая контактная нагрузка в полюсе сферического штампа. Ее анализ позволяет осуществить оптимальный выбор древесного композиционного материала штампа в соответствии с внешними нагрузками. С целью снижения неоправданной избыточной прочности штампа и напрямую связанных с этим материальных затрат предусматривается обоснованный проведенными расчетами выбор коэффициента запаса.

УДК 621.792

**РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ
НАПЛАВКИ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ
ЖЕЛЕЗА НА РАБОЧИЕ ОРГАНЫ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ
МАШИН**

Гафо Ю.Н., Широкий И.В., Сосновский А.В.

Одной из актуальных проблем машиностроения является проблема повышения долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин. Существующие методы и материалы для восстановления и упрочнения (намокраживание, электродуговая наплавка и др.) не удовлетворяют предъявляемым требованиям к эксплуатационным и физико-механическим свойствам изготавливаемых деталей по ряду параметров (прочность сцепления покрытия с основой, износостойкость, твёрдость, ударная вязкость и др.).

В результате проведенных исследований в ИНДМАШ НАНБеларуси разработан состав порошкового материала для нанесения на изнашиваемую деталь, состоящего из смеси порошков на железной и никелевой основе. Полученная шихта обладает более высокими эксплуатационными и физико-механическими свойствами в сравнении с исходными составляющими, а также имеет низкую стоимость по сравнению с широко используемыми износостойкими материалами.

Этот состав использовался в качестве исходного материала при нанесении износостойкого покрытия на зубья почвообрабатывающего агрегата КСА – 3.0 и ножи мелиоративных машин МТП–44А.

Нанесение покрытия осуществлялось с помощью метода, суть которого заключается в том, что наплавка осуществляется путём разогрева заготовки в ёмкости с порошкообразной шихтой.

В результате полевых испытаний установлено, что износостойкость зубьев почвообрабатывающего агрегата увеличилась в 1.5–2 раза, а ножей мелиоративных машин в 1.7 раза по сравнению с серийными образцами.

Данная технология внедрена в производство на Мозырском заводе мелиоративных машин при изготовлении мелиоративных машин МТП–44А.

В настоящее время разработана и внедряется технология для изготовления зубьев почвообрабатывающих машин КСА –3.0 на Опытном заводе БелНИИМЭСХ в г. Минске.

УДК 621.793.14

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ФОРМИРОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

**Басинюк В.Л., Белоцерковский М.А., Леванцевич М.А.,
Макаревич Г.В.**

Одним из эффективных путей решения проблемы ресурсосбережения является замена дорогостоящих материалов, из которых изготовлены детали и узлы технологического оборудования, на менее ценные при одновременном формировании защитных покрытий, обеспечивающих требуемые эксплуатационные характеристики их рабочих поверхностей.

На предприятиях нефтехимической отрасли республики Беларусь и стран СНГ в технологическом оборудовании широко используются торцевые уплотнения. Рабочие поверхности деталей, входящих в состав уплотнений, работают в условиях интенсивного трения и постоянно взаимодействуют с коррозионноактивной агрессивной средой. Для обеспечения требуемых параметров и надежной работы запорной арматуры детали торцевых уплотнений изготавливаются из дорогостоящих высоколегированных сталей и силицированных графитов.

Выполненные в ИНДМАШ НАНБ исследования показали, что дорогостоящие материалы можно успешно заменить на обычные, и тем самым получить значительную экономию материальных ресурсов. В качестве объекта исследования использовалось торцевое уплотнение фирмы “Бургман.” Пружина, традиционно изготавливаемая из стали 10X17H13M2T, была заменена на пружину из стали 65Г, а контактные кольца, изготавливаемые из силицированного графита СГ-П, заменены на кольца из алюминиевого сплава АМг2. На поверхности пружины сочетанием методов газотермического напыления и пиролитического хромирования формировалось коррозионностойкое защитное покрытие. На поверхности колец методом микродугового оксидирования и пиролитического хромирования формировалось износостойкое покрытие. Испытания модернизированного уплотнения показали высокую эффективность предложенного подхода.

УДК 677.022.786

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПНЕВМОТЕКСТУРИРОВАННЫХ НИТЕЙ НАГОННЫМ ТРЕХСКОРОСТНЫМ СПОСОБОМ ФОРМИРОВАНИЯ

Скобова Н.В., Ясинская Н.Н., Коган А.Г.

На кафедре “Прядение натуральных и химических волокон” разработа-

на безотходная технология получения пневмотекстирированных нитей нагонным трехскоростным способом формирования. Данная технология была реализована на модернизированной машине для пневмотекстирирования ПТМ–225, установленной на ОАО “ВКШТ”. Машина имеет четыре выпуска, централизованный подвод воздуха к новым конструкциям аэродинамических устройств (АУ), высокую скорость текстирирования, позволяет перерабатывать нити различных линейных плотностей и различного сырьевого состава (полиэфирные, полиамидные, высокоусадочные и т.д.). Например, использование высокоусадочной нити в качестве стержневого компонента позволяет значительно сократить расход воздуха, подаваемого в АУ.

Такая технология позволяет получать пневмотекстирированные нити с максимально заполненной структурой. Происходит это следующим образом. Стержневая нить 1, поступая с небольшой скоростью V_1 в аэродинамическое устройство, под действием сжатых потоков воздуха внутри пневмотекстирирующей камеры распушается, приобретает повышенную объемность, не образуя петель. Нагонная нить 3, поступая со скоростью V_3 , образует петли большой высоты. Воздушное пространство между стержневой 1 и максимально нагонной 3 нитями заполняется петлями и дугами малой и средней высоты нагонной нити 2, поступающей в АУ со скоростью V_2 , причем $V_1 < V_2 < V_3$. Таким образом, нагонная нить 2 образует промежуточный слой, петли которого частично участвуют в разрыве вместе с нитями стержневого компонента, а частично – в образовании петлистей структуры ПТН.

Таким образом, основной принцип получения ПТН нагонного трехскоростного способа формирования заключается в образовании петливой структуры из минимально двух комплексных химических нагонных нитей, поступающих в АУ с разными нагонами вместе со стержневой нитью, на которой закрепляется петливый эффект. Происходит это за счет избытка находящегося в ПТУ продукта переработки, непрерывно подвергаемого воздействию турбулентного потока.

СБЕРЕЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ДУГОВОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ

Ивашко В.С., Буйкус К.В.

Коэффициент использования металла (КИМ) при напылении дуговой металлизацией, хотя и не оказывает прямого влияния на свойства покрытий, является важной характеристикой процесса, определяющей его экономическую эффективность. Одним из недостатков электродуговой металлизации (ЭДМ) называют широкий конус распыла расплавленных частиц материала проволоки вследствие чего $КИМ < 0,65$ при напылении поверхностей деталей с диаметром менее 50 мм. Активирование распыляющей струи увеличением ее скорости существенно улучшает экономические показатели процесса дуговой металлизации: в результате повышения сосредоточенности металл-га-

зовой струи уменьшается диаметр пятна напыления, вследствие чего возрастает КИМ (при напылении активированной дуговой металлизацией (АДМ) поверхностей деталей диаметром менее 50 мм $КИМ \geq 0,85$).

Потребляемая электрическая мощность оборудованием АДМ в 1,6-1,7 раза выше ЭДМ. Однако благодаря более высоким значениям производительности процесса напыления (АДМ в 1,6-1,7 раза производительнее ЭДМ) и КИМ операционное время на напыление детали при АДМ в 1,9-2,0 раза меньше, чем при ЭДМ. Поэтому удельный расход электроэнергии, приходящийся на одну деталь, при АДМ в 1,5-1,6 раза меньше по сравнению с ЭДМ.

Таким образом, восстановление деталей АДМ вместо ЭДМ позволяет снизить расход материально-энергетических ресурсов в 1,3-1,4 раза.

ПОРИСТЫЙ ПОРОШКОВЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Савич В.В., Пилиневич Л.П., Гракович П.Н., Тумилович М.В.

Эффективное и полное отделение влаги и механических примесей от топлива является основным условием стабильной работы дизельных двигателей транспортных средств.

В НИИ порошковой металлургии и ИММС НАНБ разработан новый композиционный материал на основе металлических порошков (бронза, коррозионностойкая сталь, титан), полимерных порошков (ПТФЭ) и волокон (ПЭ), а также технология изготовления из него фильтрующих элементов.

Нами исследованы: тонкость фильтрации, проницаемость, краевой угол смачивания, влагопоглощение и влагоотдача в зависимости от свойств исходных порошков и технологии изготовления фильтроэлементов. Проведена оптимизация свойств данного материала.

Установлено, что наиболее эффективным материалом является двухслойный: слой пористого ПТФЭ нанесен на пористую бронзу. Опытный образец фильтроэлемента из данного материала испытан на летнем дизельном топливе плотностью 0,84 г/см³ и вязкостью 3,6 сСт на соответствие требований стандартов топливных фильтров грубой и тонкой очистки.

Результаты испытаний показали, что полнота отсева механических примесей составляет 95-98% и может быть увеличена за счет оптимизации поровой структуры металлического пористого слоя, а полнота отделения влаги от дизельного топлива составила 100%.

ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

Невзорова А.Б., Врублевская В.И.

Подшипники скольжения из прессованной древесины (ПСДП), установленные в различных узлах трения при эксплуатации в абразивно-агрессивных средах по сроку службы превосходят в 2–10 раз и более подшипники качения и подшипники скольжения из традиционных материалов (бронзы, баббит, антифрикционный чугуи и др.). Однако до настоящего времени ПСДП не нашли широкого применения и не было организовано крупносерийное производство из-за металлоемкой оснастки и энергоемкости способа при всех видах прессования древесины. Технологический процесс изготовления подшипников из прессованной древесины также энергоемок и сложен, так как сопровождается длительной влаготермообработкой заготовок и самих подшипников.

В Белорусском государственном университете транспорта на кафедре “Детали машин и подъемно-транспортные механизмы”, в результате теоретических исследований, патентного поиска, анализа достоинств и недостатков существующих способов прессования древесины и изготовления из нее подшипников скольжения, разработаны новые способы конструирования подшипников скольжения и их изготовления торцовым гнутьем древесных карточек и одновременным прессованием за один технологический прием без применения влаготермообработки. Технология изготовления ПС является ресурсосберегающей, т.к. на изготовление подшипника идет древесная карточка, отрезанная от бруска или доски, и исключена металлоемкая оснастка; и энерго-сберегающей, т.к. не требуется влаготермообработка древесины. В настоящее время по разработанной технологии организовано крупносерийное производство подшипников на основе гнутопрессованной древесины на Гомельском подшипниковом заводе.

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ РАСТВОРИМОСТЬЮ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН И СПОСОБНОСТЬЮ ИХ К РАЗМОЛУ

Шлык Е.Г., Горский Г.М., Алексеев А.Д.

Размол волокнистых полуфабрикатов в водной среде является одним из наиболее важных процессов в технологии производства как бумаги, так и картона. От того до какой степени и при каких условиях произведен размол массы, зависят основные свойства бумаги и картона.

В настоящее время условия и продолжительность работы размалывающего оборудования, необходимые для получения целлюлоз определенной степени помола, определяются эмпирически, на основании данных, полученных на лабораторных мельницах. Такой анализ требует многих часов и страдает

значительной погрешностью.

В этой связи весьма актуальной задачей является разработка быстрого метода оценки способности целлюлозных материалов к размолу и классификация волокон по этому признаку. Отношение целлюлозных волокон к размолу зависит от вида волокна, характера его предварительной обработки, химического состава и других характеристик.

С этих позиций разمول можно рассмотреть как процесс раскрытия структуры волокна под влиянием механического воздействия и жидкости, в среде которой происходит разمول. Воздействие размалывающего оборудования разрушает первичную стенку волокна, состоящую из отдельных фибрилл, промежутки между которыми заполнены лигнином, пектиновым веществом и гемицеллюлозой. При этом облегчается доступ воды ко вторичной стенке волокна. Вода проникает в аморфные связующие зоны, вызывая усиленное набухание гемицеллюлозы, ослабление и разрушение связей между фибриллами в волокне. Аналогичным путем происходит и растворение целлюлозы в сильных растворителях.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ГИДРОФОБИЗАЦИИ БУМАГИ И КАРТОНА В НЕЙТРАЛЬНОЙ СРЕДЕ В ПРИСУТСТВИИ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТОВ

Черная Н.В., Ламоткин А.И., Эмелло Г.Г., Жолнерович Н.В.

Современная тенденция развития бумажного и картонного производства характеризуется необходимостью внедрения на бумажных и картонных предприятиях Республики Беларусь технологий по экономии сырья и химикатов. Одним из перспективных способов решения данной проблемы является интенсификация процессов флокуляции и электролитной коагуляции путем введения в систему катионных водорастворимых полиэлектролитов при частичной или полной замене традиционно используемого коагулянта (сульфата алюминия). При этом эффективность действия полиэлектролитов в несколько раз превышает коагулирующую способность сульфата алюминия.

Цель работы – разработка ресурсосберегающей технологии гидрофобизации бумаги и картона в нейтральной среде в присутствии полиэлектролитов.

Для достижения поставленной цели исследования проводили с такими полиэлектролитами, как реагент К-15, Праестол, Водамин и ВПК-402. Гидрофобизацию бумаги и картона осуществляли клеевой композицией ТМВС-2Н, разработанной в БГТУ и внедренной на ОАО “Лесохимик”.

Установлено, что введение в систему полиэлектролитов способствует повышению степени удержания частиц клеевого осадка, наполнителя и мелштоффа в структуре бумажного листа на 15-27, 8-15 и 6-12% соответственно. Это позволяет сэкономить при производстве каждой тонны бумаги и картона до 120 кг волокнистого сырья, гидрофобизирующего вещества до 2 кг, наполнителя до 6 кг и коагулянта до 3 кг.

ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИЭФИРНЫХ МИКРОВОЛОКОН В ПРЯДИЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Коган А.Г., Баранова А.А.

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

На кафедре “Прядение натуральных и химических волокон” ВГТУ разрабатывается сокращенная цепочка подготовки микроволокон к прядению, которая позволит исключить такие трудоемкие процессы как разрыхление, трепание и кардочесание волокон. Ленту из полиэфирных микроволокон предлагается получать путем штапелирования жгутов. Смешивание полиэфирных микроволокон с другими видами волокон целесообразно осуществлять на ленточных машинах.

Разработана сокращенная технология производства комбинированных швейных ниток на прядильно-крутильной машине ПК-100 с использованием полиэфирных микроволокон и комплексных химических нитей. Физико-механические свойства опытных ниток соответствуют требованиям стандарта.

Ведутся разработки новых видов комбинированных пряж для трикотажного производства с использованием полиэфирных микроволокон и комплексных текстурированных нитей.

ИССЛЕДОВАНИЕ РОТОРНО-ЦЕНТРОБЕЖНОЙ МЕЛЬНИЦЫ СО ВСТРОЕННЫМ ПРОТОЧНЫМ КЛАССИФИКАТОРОМ

Вилькоцкий А.И., Левданский А.Э.

Известно, что процесс помола является весьма энергоемким. Поэтому в настоящее время ведутся разработки новых конструкций мельниц для снижения удельных энергозатрат при помоле материалов. Достичь существенного снижения энергозатрат при измельчении, можно непрерывно удаляя из зоны помола готовый продукт. Однако, какой бы способ удаления ни применялся, с мелкими частицами будет удаляться определенная часть и более крупных частиц. Поэтому, для выполнения этого требования необходимо осуществить перевод мельниц на замкнутый цикл с установкой в системе сепарационных устройств, обеспечивающих высокоэффективное отделение крупных частиц с целью возврата их на повторный помол.

Исходя из этих предпосылок на кафедре “Машины и аппараты химических и силикатных производств” БГТУ была разработана новая конструкция мельницы.

Роторно-центробежная мельница со встроенным проточным классификатором состоит из цилиндрического корпуса, который футерован по образующей износостойким материалом. Внутри корпуса соосно последнему установлен ротор с рабочими лопастями. По центру крышки выполнен патрубок подачи исходного материала. На периферии крышки имеется коаксиальный канал, к которому сверху приварен спиралеобразный разгрузочный патрубок. Снизу под коаксиальным каналом крышки крепятся отбойные пластины классификатора. Пластины устанавливаются наклонно под углом к плоскости крышки по ходу вращения колеса.

Исходный материал через разгрузочный патрубок равномерно подается в центральную часть мельницы и попадает на ротор, которым за счет центробежной силы отбрасывается на отбойную поверхность, где в результате удара происходит измельчение частиц материала. Далее воздух с частицами измельченного материала поступает к спиралеобразному разгрузочному патрубку.

Аэрозольный поток на входе в спиралеобразный патрубок проходит через зазоры между отбойными пластинами. Так как поток подходит к коаксиальному каналу по восходящей спирали, то, чтобы пройти вверх между пластинами классификатора, он должен изменить траекторию своего движения. В этом случае крупные частицы недоизмельченного материала, двигаясь по инерции, ударяются в пластинки проточного классификатора, отскакивают вниз, снова возвращаются на домол, и только мелкие частицы вместе с газовым потоком уносятся в циклон. Таким образом, в этой конструкции осуществляется непрерывный отвод измельченного материала и возврат крупных частиц на домол.

Таким образом, понятно, что угол наклона отбойных пластин классификатора к плоскости крышки мельницы является конструктивным параметром, который позволяет в довольно широких пределах регулировать тонину помола материала.

Анализируя полученные данные, можно отметить следующее. Во-первых, при увеличении угла наклона отбойных пластин классификатора вихревой мельницы, наблюдалось значительное снижение качества помола всех выше перечисленных материалов в данном измельчителе. Подобную закономерность можно объяснить следующим образом. В представленной мельнице встроенный пластинчатый классификатор обеспечивает в процессе измельчения непрерывный возврат крупных частиц размолотого материала на повторный помол. Это осуществляется за счет того, что аэрозольный поток, двигаясь по спиралеобразному разгрузочному патрубку мельницы между отбойными пластинами классификаторами, вынужден постоянно изменять траекторию своего движения. Благодаря этому, крупные частицы материала, двигаясь по инерции, ударяются о пластины проточного классификатора и отскакивают вниз, т.е. возвращаются на домол, а тонкодисперсные частицы вместе с газовым потоком уносятся в циклон на разделение. Изменяя при этом угол наклона отбойных пластин классификатора, мы тем самым меняем (увеличиваем или уменьшаем) площадь свободного проходного сечения разгрузочного спиралеобразного патрубка и в конечном итоге воздействуем на размер той тонкодисперсной фракции измельченного материала, которая свободно уно-

сится воздухом из помольной камеры мельницы в циклон и является готовым продуктом. Поэтому при увеличении угла наклона отбойных пластин классификатора, из помольной камеры мельницы уносится вместе с воздухом, в виде готового продукта, значительно более крупные частицы измельченного материала, чем если бы угол наклона был меньше.

Описанная конструкция запатентована, имеет опыт успешного применения в промышленности.

Литература:

1. Андреев С.Е., Перов В.А. Зверев Н.И. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. – М.:Недра, 1980.

2. Сиденко П.М. Измельчение в химической промышленности. – М.: Химия, 1977.

3. Левданский Э.И., Левданский А.Э. Энергосбережение при измельчении материалов. – Мн.:БГТУ, 1999.

ВЫСОКОТЕРМОСТОЙКИЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ТЕРМОЦИКЛИРОВАНИЯ **Дятлова Е.М., Тижовка В.В., Миненкова Г.Я., Колонтаева Т.В.**

Республика Беларусь испытывает огромную потребность в высокотермостойких керамических материалах, способных выдерживать резкие перепады температуры. Производства такого рода материалов в республике практически отсутствуют, а выпускаемые на некоторых предприятиях детали уступают по свойствам зарубежным аналогам.

На кафедре технологии стекла и керамики проведены систематические исследования по синтезу термостойких керамических материалов на основе систем $MgO-Al_2O_3-SiO_2$, $Li_2O-Al_2O_3-SiO_2$ и $Al_2O_3-SiO_2-TiO_2$, для которых характерно выделение малорасширяющихся кристаллических фаз, обуславливающих высокое термическое сопротивление термоударам. Установлена взаимосвязь между составом, структурой, технологическими параметрами ее формирования и свойствами материалов. Разработаны методы воздействия на микро- и макроструктуру керамики, позволяющие изменять взаимное распределение составляющих фаз, а также величину и форму пор. Сформулированы принципы создания заданных структур керамических материалов с высокой термостойкостью для работы в условиях различных термических нагрузок, как плавных, так и термоударных.

Разработаны материалы с широким диапазоном свойств: огнеупорность $-1500-1750\text{ }^{\circ}C$, температура эксплуатации $1200-1500\text{ }^{\circ}C$, температурный коэффициент линейного расширения $(4-45)\cdot 10^{-7}\text{ град}^{-1}$, термостойкость $60-120$ теплосмен, механическая прочность при сжатии от 40 до 200 МПа. Материалы представлены в сплошном и пористом варианте (Прочность - $0-50\%$), большинство из них кислотостойки, обладают высоким удельным электрическим

сопротивлением ($\rho_{уд} - 10^{12}-10^{14}$ Ом см), небольшими диэлектрическими потерями.

Разработаны технологические параметры получения керамических термостойких деталей любых типоразмеров и формы различными способами керамической технологии, включая импульсное прессование. Имеется опыт в проектировании сложных прессформ. Разработанные материалы внедрены в качестве высокотемпературных термо- и электроизоляторов в индукционных и печах сопротивления, а также огнеприпаса, подложек и др. изделий на различных предприятиях республики (Минский тракторный завод, Борисовский завод “Гидроусилитель”, НПО “Белтехнология” и др.) и за рубежом. По своим термомеханическим характеристикам и сроку службы они не уступают импортным аналогам.

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ МЕТОДОМ ПЕНО- И ГАЗООБРАЗОВАНИЯ

Дятлова Е.М., Гайлевич С.А., Миненкова Г.Я.

В Республике Беларусь практически отсутствует производство тугоплавких теплоизоляционных материалов, хотя потребность в них очевидна, так как широко развиты производства, потребляющие эти материалы. Теплоизоляционные материалы и изделия на их основе применяются для изоляции тепловых агрегатов, отличающихся большим разнообразием конструкций в различных отраслях промышленности. Основным потребителем этих материалов является силикатная промышленность.

В данной работе получены теплоизоляционные материалы на основе сырьевых ресурсов РБ - тугоплавких глин и каолинов Гомельской и Брестской областей, доломита Витебской области с использованием отходов различных производств.

Для получения теплоизоляционных материалов, отличающихся высокой пористостью, использованы методы пено- и газообразования с целью поризации материала. Способ пенообразования заключается в смешении поризуемого материала в виде суспензии с предварительно полученной пеной, пузырьки которой и представляют собой воздушные поры теплоизоляционного материала. При изготовлении теплоизоляционных материалов способом химического газообразования в суспензию поризуемой матрицы добавлялись вещества, вступающие между собой в химическую реакцию, сопровождающуюся газовыделением, которое обеспечивает пористую структуру материала.

По результатам проведенного исследования получены теплоизоляционные материалы с различной структурой поверхности. Установлено, что пористость можно регулировать, влияя тем самым на свойства. Определение механических и теплофизических свойств полученных материалов показало, что в целом разработанные составы, а также технологические приемы их получе-

ния позволяют обеспечить рациональное сочетание эксплуатационных свойств в пределах, допустимых в соответствии с действующим стандартом.

Получены теплоизоляционные материалы с кажущейся плотностью 600-800 кг/м³, теплопроводностью при 350 °С -0.24-0,40 Вт/м·К, пределом прочности при сжатии 2,6-3.5 МПа. Разработанные материалы соответствуют по свойствам маркам ШТЛ-06 (пенолегковес) и ШЛ-09 (газолегковес). Рекомендуется их использование при температурах не более 1150 °С (пенолегковес) и 1270 °С (газолегковес).

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЦВЕТНЫХ ГЛАЗУРЕЙ

Левицкий И.А., Радченко Ю.С.

В производстве глазурованных керамических изделий (облицовочной плитки, майоликовых изделий, изразцов) по-прежнему актуальным остается создание низкотемпературных термостойких цветных глазурных покрытий, обладающих одновременно высокими показателями технико-эксплуатационных и художественно-декоративных характеристик. Традиционная для белорусской керамики коричневая цветовая гамма существующих глазурей достигается окрашиванием прозрачных глазурей дорогостоящими импортруемыми железосодержащими красителями и жаростойкими керамическими пигментами.

Согласно выполненному комплексу исследований установлено, что перспективным является получение цветных беспигментных глазурей на основе железосодержащего минерального сырья РБ, что позволяет не только расширить сырьевую базу, но и способствует комплексному использованию природных сырьевых ресурсов. К такому виду сырья относятся магматические горные породы - метадиабазы (Микашевичский карьер строительного камня), характеризующиеся стеклообразным состоянием, повышенным содержанием красящих оксидов железа и наличием оксидов щелочных и щелочноземельных металлов, что и обуславливает возможность создания на их основе покрытий широкой цветовой гаммы и позволяет снизить энергетические затраты за счет снижения температур фриттования и наплавления покрытий.

В составе синтезируемых глазурей количество метадиабазов изменяется от 55 до 70% (здесь и далее по тексту массовое содержание). Для повышения химической стойкости глазурей в их состав вводится кварцевый песок Гомельского горно-обогатительного комбината в количестве 15-30%. Кроме того используется мел обогащенный Березовского месторождения (5-10%), а в качестве химикатов - сода кальцинированная и борная кислота. Фактура синтезированных покрытий изменяется от блестящей до полуматовой и матовой преимущественно красно-коричневой цветовой гаммы. Оптимальная температура обжига покрытий составляет 850-900 °С, ТКЛР глазурей (56-67) 10⁷ гр¹.

Полученные результаты исследований показали, что формирование ка-

чественных цветных глазурных покрытий происходит при снижении температур фриттования на 50-80 °С и наплавления на 30-50 °С по сравнению с промышленными аналогами, что обеспечивает снижение себестоимости продукции за счет экономии материальных и топливно-энергетических ресурсов.

ЦВЕТНЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАССЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛАУКОНИТОВ

Левицкий И.А., Павлюкевич Ю.Г., Мурашко Л.В.

В настоящее время при производстве керамических облицовочных материалов большинством предприятий промышленности строительных материалов Республики Беларусь используются импортруемые сырьевые материалы - предметом ввоза являются тугоплавкие глины, каолины, флюсующие компоненты керамических масс, керамические пигменты. В этой связи возможность получения керамических изделий, обладающих повышенными эксплуатационными свойствами (сниженным водопоглощением, повышенной истираемостью и механической прочностью), на основе местного алюмосиликатного сырья является актуальной ресурсосберегающей задачей.

Местное минеральное сырье, в частности - глаукониты, не является традиционным для керамической промышленности, однако анализ результатов геологических изысканий и проведенные исследования свидетельствуют о перспективности их использования в производстве керамики. Применение глауконитов позволит не только снизить себестоимость продукции, но и расширить ассортимент выпускаемой продукции, улучшить декоративные свойства изделий.

В Республике Беларусь месторождения глауконитов распространены в южных и юго-восточных регионах. Это плотные, по минеральному типу принадлежащие к группе железистых гидрослюд, обладающие низкой твердостью осадочные породы, имеющие темно-зеленый, иногда зеленовато-черный цвет.

Исследования показали, что при использовании глауконитов в керамической технологии на его основе могут быть синтезированы керамические массы различного назначения (для производства плиток имеющих окрашенный черепок преимущественно бежево-коричневых тонов для облицовки стен, фасадов зданий и полов).

Керамические массы для производства плиток для полов получены при температурах обжига 1080-1100°С, содержат 40-45% природного глауконита и характеризуются следующими физико-техническими показателями: водопоглощение 2,75-4,09%; механическая прочность при изгибе 28,7-37 МПа, истираемость 0,06-0,07 г/см², морозостойкость более 120 циклов.

Керамические массы для облицовочной керамики могут включать до 60% природных глауконитов и характеризуются температурой обжига 1000-1040 °С; водопоглощением 14-18%; механической прочностью при изгибе 12,3-16,5 МПа.

СТЕКЛА И ГЛАЗУРИ ЛИКВАЦИОННОГО ТИПА

Папко Л.Ф., Левицкий И.А.

Интерес к исследованию ликвирующих многокомпонентных боро- и алюмоборосиликатных стекол предопределяется возможностью получения на их основе заглушенных стекол и глазурей без использования, либо при значительном снижении содержания традиционных глушителей: дорогостоящего оксида циркония и токсичных летучих соединений фтора и фосфора. С другой стороны, именно ликвационное разделение при синтезе прозрачных глазурных покрытий является причиной дефектов глазурного слоя (полузаглушенность, снижение блеска). В данном случае для обеспечения прозрачности глазурного слоя необходимо снизить склонность к ликвационному разделению.

При исследовании морфологии и кинетики жидкофазного разделения алюмоборосиликатных и боросиликатных стекол, содержащих до 10 мол.% R_2O (Na_2O , K_2O) и 15 мол.% RO (MgO , CaO , SrO , BaO), установлено, что во втором случае ликвационные процессы протекают гораздо интенсивнее: обеспечивается больший объем капельной фазы при одинаковых режимах термообработки, существенно меньше время достижения равновесного состояния, характерно вторичное ликвационное разделение. В результате на основе боросиликатных систем при минимальном содержании традиционных дорогостоящих глушителей получены “молочные” стекла и белые глазури, глушение которых обеспечивается за счет создания развитой ликвационной структуры. Максимальная степень заглушенности достигается при размерах ликвационных капель 0,5-0,7 мкм.

Качественные характеристики ликвирующих стекол и покрытий очень чувствительны к температурным режимам обжига: перепады температур, составляющие более 20 °С, вызывают изменение степени заглушенности, следствием чего является разнотон изделий. Использование глазурей ликвационного типа в условиях промышленного производства требует строгой выдержки температурного режима, особенно на стадии охлаждения.

Впервые получены легкоплавкие прозрачные глазури для скоростных режимов обжига на основе стекол алюмоборосиликатной системы. Прозрачность глазурного слоя сохраняется при капельной ликвационной структуре с размером капель до 0,1 мкм. Термостойкость покрытий при высокой степени их прозрачности обеспечивается при одновременном введении не менее 2 оксидов из групп R_2O и RO .

НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ЭКСТРУЗИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ПОВЫШЕННОЙ ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬЮ В ИЗГОТОВЛЕНИИ

**Барсуков В.Г., Орач В.М., Сечко А.Э., Барсуков В.В., Бабко Д.В.,
Полешко Е.В.**

В республике Беларусь собственное производство экструзионного оборудования отсутствует, а имеющиеся потребности удовлетворяются за счет импорта из стран ближнего (Россия, Украина) или дальнего (Италии, Германии) зарубежья. С целью уменьшения зависимости от импорта в ряде исследовательских центров Беларуси начаты исследования и разработки по созданию отечественных конструкций экструзионных машин. В частности, в ОИП НАНБ и ГрГУ им. Я. Купалы разработаны конструкции одночервячных и двухчервячных машин с повышенной технологичностью в изготовлении и улучшенными эксплуатационными характеристиками.

Одночервячные экструдеры выполнены с наборным, состоящим из трех секций, обогреваемым цилиндром. При этом червяк выполнен таким образом, что диаметр его сердечника остается неизменным, а уплотнение материала обеспечивается за счет уменьшения высоты гребня витков в зоне сжатия. Такая конструкция не только более технологична в изготовлении, но также обеспечивает повышенную прочность в сравнении с типовым червяком. Кроме того, возможно значительное увеличение глубины винтового канала в зоне загрузки, и, соответственно, рост производительности.

Двухчервячные экструдеры разработаны в двух исполнениях - с продольным разъемом и поперечным разъемом секций обогреваемого цилиндра. Оборудование комплектуется сменными секциями и червяками, что позволяет осуществлять переработку широкой гаммы материалов. Особенно эффективно созданное оборудование при переработке смесей термопластов и вторичных полимеров, т.к. оно обеспечивает не только качественное смешение, но и дегазацию смеси.

Экструдеры могут быть изготовлены с использованием универсального металлорежущего оборудования, имеющегося на обычных машиностроительных предприятиях. Привод исполнительного органа осуществляется от асинхронного электродвигателя посредством клиноременной передачи и редуктора. Регулирование частоты вращения червяка обеспечивается путем установки компактных и удобных в обслуживании преобразователей частоты (инверторов) типа "OMRON" или их аналогов.

СРАВНЕНИЕ СТОЙКОСТИ К ГАЗОАБРАЗИВНОМУ ИЗНАШИВАНИЮ ПОЛИУРЕТАНОВОГО ЭЛАСТОМЕРА И СТАЛИ **Базыль Крупич**

В работе сравнивается стойкость к газоабразивному изнашиванию (ГАИ) полиуретанового эластомера Эластофикс Рu-01 и стали 40X. Выполнено срав-

нение объемного и весового износа материала под воздействием потока частиц, падающих под разными углами. Выполнен также анализ контактных напряжений для стальных и покрытых эластомером лопастей ротора вентилятора.

Параметры газоабразивного потока были следующие: давление воздуха $P=5$ МПа, длина сопла - 130 мм, диаметр сопла - 6 мм, расстояние от образца до сопла - 6 мм, средний размер частиц кварцевого песка - 0,2..0,4 мм, расход частиц абразива - 630 г/мин. Углы падения частиц \aleph были следующие: 15, 22, 30, 37, 45, 60, 90°. Продолжительность испытаний - 5 мин. Каждому значению угла падения частиц соответствовала своя скорость изнашивания, которая в заданных условиях испытаний не изменялась во времени. Обнаружена наибольшая скорость ГАИ Эластофикса PU-01 для угла падения частиц около 15° и для стали 40X около 30°. Скорости те были следующие: $V_E = 16,1$ мг/мин, $V_C=23$, мг/мин. С инженерной точки зрения существенным является объемный износ, который составляет $V_E^1 = 11 \text{ мм}^3 / \text{мин}$ и $V_{CT}^1 = 3,1 \text{ мм}^3 / \text{мин}$. Скорости объемного изнашивания для $\aleph \approx 90^\circ$ обоих материалов приблизительно равны и составляют 1,63 мм³/мин. Эти данные указывают, какие условия надо использовать для обработки материалов или изготовления устройств, работающих в условиях ГАИ.

Типичными элементами машин, работающих в условиях ГАИ, являются лопатки ротора вентилятора. Во время “влета” частиц в ротор лопатки подвержены “ударному” изнашиванию. При дальнейшем скольжении по поверхности происходит изнашивание по схеме “фрикционного скользящего контакта”. Рассматривая взаимодействие частицы и лопатки как квазистатический контакт упругих тел по схеме взаимодействия шара и полупространства, максимальные контактные напряжения во время удара могут быть вычислены по формуле

$$\sigma_{\max} = 0,837 \frac{\rho^{\frac{1}{5}} V^{\frac{2}{5}}}{k^{\frac{4}{5}}};$$

$$k = \frac{1 - \nu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \nu_2^2}{E_2}$$

где ρ, V - плотность и скорость частицы; ν, E - коэффициент Пуассона и модуль Юнга частицы и материала.

Например, для следующих значений констант материалов лопатки ($E_{л} = 208$ ГПа; $\nu_{л} = 0,3$) и частицы ($E = 400$ ГПа;

$V = 0,1$; $D = 3,2z / \rho M^3$); лопатки, покрытой эластомером ($E_{\sigma} = 1,2 \text{ МПа}$; $V_{\sigma} = 0,5$) для скорости частицы $V=205 \text{ м/с}$ получено, что $\sigma_{\text{max}} \gg \sigma_H$ (σ_H - контактные напряжения, соответствующие предельному значению упругой деформации) и для эластомера $\sigma_{\text{max}} > R_m$ (R_m - прочность при растяжении).

В зоне ГАИ при скольжении для лопаток, направленных вдоль радиуса, прижатие частиц обеспечивается силой Кориолиса. Ее можно снизить установкой поперечных препятствий, которые существенно снижают скорость относительного движения частиц и обеспечивают удар под углом, близким к 90° .

Контактные напряжения, вызванные силой Кориолиса, в лопатке из стали 40Х составляют около 1250 МПа. В лопатке с покрытием из Эластофикс Рu-01 около 39 МПа. Значения напряжений в данных условиях зависят от величины модуля Юнга и коэффициента Пуассона материалов лопатки и частицы. Работа выполнена в рамках проекта W/WM/5/98.

РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКТОВ ИЗ КАРТОФЕЛЯ

**Пармчик И.И., Решетников В.Н., Скачков Е.Н., Городецкая Е.А.,
Алексеева Е.И., Войцеховская Е.А.**

Предложена безотходная технология переработки картофеля с получением продуктов различного целевого назначения: пищевой картофельной муки (ПКМ, а.с. 1143381), кормовых белково-углеводных добавок и технического продукта-реагента для бурения (патент 1590).

При получении ПКМ на стадии просеивания мы используем диэлектрический сепаратор, который разделяет сухие сыпучие мелкодисперсные продукты с учетом электрических свойств частиц. Принцип и реализующее его устройство обеспечивают получение фракций гарантированного качества и нужных свойств (а. с. 1650065, 1764701). Внедрение электросепарирующего устройства в нашей технологической линии показало увеличение на 10% выхода высококачественного продукта – очищенной ПКМ.

При использовании диэлектрического сепаратора осуществляется разделение частиц с равной массой и размерами, но различным биохимическим составом, чего нельзя добиться с использованием триеров и подобных традиционных механических просеивающих машин. Проведенные исследования биохимического состава фракций показали отсутствие в них изменений нативных свойств.

Разработан способ получения из ПКМ экструзионных продуктов с целенаправленными функциональными свойствами. При этом был использован холодный и горячий метод экструдирования.

МНОГОУРОВНЕВАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ВИБРАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ РОТОРНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Бранцевич П.Ю., Костюк С.Ф.

Одним из путей повышения эксплуатационной надежности механизмов с вращательным принципом действия является внедрение технологий вибромониторинга, вибродиагностики и методик оперативной оценки технического состояния роторных агрегатов по параметрам вибрации элементов его конструкции.

Процедурная декомпозиция технологий вибромониторинга определяет состав и структуру аппаратного и программно-алгоритмического инструментария, применяемого для этих целей с учетом используемых в настоящее время технологий эксплуатации промышленного оборудования. Существующая в настоящее время техническая база широкого применения и программно-алгоритмические и методические разработки в области виброметрии, аналоговой и цифровой обработки сигналов, методов анализа и синтеза случайных и детерминированных процессов и полей выполненные в Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники позволили создать в рамках общей концепции аппаратно-программные серии “Лукомль” для вибрационного сопровождения турбоагрегатов ТЭЦ и ГРЭС на всех этапах их жизненного цикла.

В состав основного комплекта аппаратной поддержки системы мониторинга входят:

- технические средства линейного преобразования механических параметров вибраций в электрическую форму (уровень первичных преобразователей);

- коллекторы данных с функциями амплитудно-частотных преобразований, управляемого масштабирования и преобразования сигналов в цифровую форму (уровень предварительной обработки);

- средства для вторичной цифровой обработки сигналов с целью определения амплитудно-частотных и фазовых параметров вибраций, параметров ее нестационарности, взаимных корреляций и спектров (процессорный уровень);

- выделенные цифровые подсистемы оперативной оценки технического состояния контролируемых объектов, с принятием решений о предупредительной сигнализации о возможности их перехода в предаварийное состояние и формированием сигналов защитного отключения (экспертный уровень).

Помимо описанной выше информационной вертикали, направленной на обеспечение традиционных технологий эксплуатации роторных механизмов

в БГУИР разработаны и успешно внедряются на предприятиях энергетики республики Беларусь автоматизированные рабочие места для специалистов, занимающихся вибрационным сопровождением эксплуатации оборудования. Основной задачей, решаемой поставляемыми в его составе программно-алгоритмическими средствами, является возможность проведения углубленных вибрационных исследований контролируемых объектов с применением нетрадиционных функциональных базисов, возможность систематизации наблюдений за длительные промежутки времени с построением вибрационных моделей агрегатов и прогнозирования зарождения и развития дефектов.

ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ КОМПОЗИТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ

Подлозный Э.Д.

Рассматривается технология создания защитных слоев мелкозернистого бетона. В качестве составов защитного слоя, который приформовывается в процессе изготовления композитной конструкции, применяется слой мелкозернистого бетона толщиной 10 мм на основе белого портландцемента и различных заполнителей: гранитного, стекольного, шамотного, перлитового, добавок окислов металлов и неорганических отходов производства. Защитный слой после термообработки вместе с композитом подвергают оплавлению низкотемпературной плазмой, после чего он приобретает высокохудожественные свойства. При оптимальных технологических режимах покрытие имеет достаточную прочность за счет “корневого” эффекта, происходит проникание расплава в размягченный материал композита. Долговечность покрытия составляет 45 – 50 лет. Для сравнения керамическая плитка как наружный облицовочный элемент имеет срок годности не более 25 лет. Наличие заполнителей и добавок (отходов производства) позволяет получить практически любой цвет. В качестве плазменного генератора был применен генератор конструкции Института физики НАНБ. Скорость перемещения машины оплавления составляет 6–12 м/мин, производительность 12–32 м²/ч с шириной оплавления 50-100 мм за один ход в зависимости от заполнителя слоя. Габариты оплавливаемых конструкций составляют от 2500×6000 до 3600×8000 мм.

Процесс плазменного оплавления экологически чистый по сравнению с технологией изготовления, например, керамической плитки.

Выпущены опытные партии композитов: кирпичи, плиты, блоки, стеновые панели с плазменным оплавлением.

ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ХРОМСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Ковчур А.С., Нетсев Ю.А.

Хромирование относится к одному из самых важных и распространенных процессов нанесения гальванического покрытия. Это связано не только с высокой коррозионной стойкостью, высокой твердостью, износостойкостью, но и с прекрасным внешним видом изделий покрытых хромом.

В настоящее время для получения хромовых покрытий применяются исключительно растворы окиси шестивалентного хрома. Причем для выделения хрома необходимо присутствие незначительных количеств посторонних анионов, чаще всего сульфатов, фторидов и кремнефторидов, с концентрацией примерно 1% от общего содержания хромового ангидрида (в зависимости от типа электролита). Концентрация хромового ангидрида может колебаться в пределах 180-600 г/л, однако крайние значения пределов на практике применяются достаточно редко. Стандартный электролит содержит 200-250 г/л хромового ангидрида и 2-2,5 г/л серной кислоты (сульфатный электролит).

Концентрация хромового ангидрида в отработанном электролите, как правило, близка к первоначальной, однако сам электролит сильно загрязнен примесями, в основном, железа и меди. Кроме того хромовый ангидрид является высокотоксичным веществом, что приводит к накоплению отходов и создает дополнительные трудности предприятиям.

Разрабатываемая нашей кафедрой технология извлечения хрома из отходов гальваники позволит решить сразу несколько задач, в частности уменьшит загрязнение окружающей среды токсичными соединениями хрома, возвращает использованный хром в технологический процесс, тем самым снижая себестоимость получаемых изделий. Кроме того позволит освободить территорию предприятий и соответствующие емкости от значительного числа отходов, уменьшив тем самым риск разлива хромового ангидрида в случае аварии.

ПОВЕРХНОСТНАЯ ОБРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ: ПРИМЕНЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЯ, ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Сидорский С.С., Рогачев А.В.

Проведен анализ основных технико-экономических, экологических показателей технологии поверхностной обработки машиностроительных полимерных материалов. Показано, что применение современных (плазменных, электронно-лучевых, лазерных и др.) методов модификации поверхностных слоев, нанесения функциональных покрытий, замена ими традиционных технологий (гальванического осаждения, химических методов обработки) позво-

ляет получить значительную экономию электроэнергии, цветных металлов и, что особенно актуально, практически исключить вредное воздействие на окружающую среду, снизить затраты на очистные и регенерационные сооружения, улучшить условия работы персонала. Так, при нанесении вакуумных защитно-декоративных покрытий на различные изделия при годовом объеме 15000 м² достигается экономия электроэнергии 236000 кВт. ч., цветных металлов 1,3-1,5 т., экономический эффект составляет более 200000 долл. США. На основании результатов анализа определены и обоснованы следующие наиболее перспективные методы поверхностной модификации материалов: вакуумная металлизация; обработка в среде полимеризующихся газа; плазмохимическое аппретирование материалов.

Рассмотрены физико-химические основы ионной обработки материалов, обработки поверхностей в электрических разрядах. Показано, что при относительно простой технологической схеме обработки протекающие процессы достаточно сложны и могут привести к значительному изменению структуры и свойств поверхностных слоев. Определены направления развития данных методов: использование разрядов для обработки поверхностей, содержащих слой олигомера или полимера; оптимизация параметров обработки; применение комбинированных методов.

На основании анализа условий работы ряда машиностроительных изделий, в частности, изготовленных из волокнистых композиционных материалов, уплотнительных резинотехнических изделий (РТИ), и закономерностей их трения и изнашивания предложены и обоснованы новые технологические приемы повышения их износостойкости и долговечности. Показано, что наиболее перспективна поверхностная модификация РТИ, которая позволяет в широких пределах изменять их адсорбционные и триботехнические свойства, практически не влияя на их деформационные параметры. На основании результатов изучения технологических особенностей известных методов поверхностной обработки РТИ определены наиболее эффективные направления ее совершенствования, заключающиеся в осаждении полимерных покрытий из активной газовой фазы, образованной диспергированием исходного полимера в вакууме, оптимизации режимов поверхностной активационной обработки, реализации комбинированных вариантов.

КОМПЛЕКСНЫЕ МОДИФИКАТОРЫ ДЛЯ СМАЗОЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Овчинников Е.В., Демченко Д.В.

Наибольший интерес из присадок представляют собой многофункциональные присадки, так как усложнение рецептуры затрудняет получение сбалансированных свойств смазочных сред, повышает требования к условиям его эксплуатации и может вызвать не желательные побочные эффекты в виде коррозии и осадков. Настоящая работа посвящена исследованию различных

типов многофункциональных добавок (ультрадисперсных кластеров синтетического углерода, фторсодержащих олигомеров, полимеров) на вязкостные, триботехнические характеристики нефтяных масел и их стабильности при различных температурах. В качестве базовых компонентов для изготовления смазочных материалов использованы моторное 15W40, трансформаторное и промышленное И-20А масла. Композиции получены путем механического смешивания исходных масел и модификатора. В качестве модификатора исследованных масел использовали ультрадисперсные кластеры синтетического углеродного вещества, белой сажи, фторсодержащих олигомеров торговой марки “Модифол”, полимерную добавку “Тепол”. Содержание ультрадисперсных кластеров синтетического углерода, белой сажи в масле составляет 0,001-5%, присадок “Тепол” и “Модифол” – 0-10%. Введение в состав трансформаторного, моторного 15W40 и промышленного И-20А масел ультрадисперсных кластеров синтетического углерода приводит к увеличению кинематической вязкости, вязкостно-температурные характеристики масел стабилизируются. Однако с течением времени присадка теряет свою активность, что сказывается на реологических характеристиках масел. Введение малых концентраций УКСУ в смазочные материалы улучшает их триботехнические характеристики. Наиболее эффективными с точки зрения стабилизации вязкостно-температурных и триботехнических характеристик масел проявили себя присадки на базе белой сажи и “Модифол”.

ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ВОДОРАСТВОРИМЫМИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Овчинников Е.В., Струк В.А., Беляй А.С.

В ряде работ исследовалось влияние фторсодержащих олигомеров на структуру, физико-механические и триботехнические свойства резинотехнических изделий, обработанных фторсодержащими олигомерами. Установлено, что независимо от технологии модифицирования тонкопленочные покрытия увеличивают термостойкость резин к воздействию эксплуатационных сред, снижают коэффициент трения и увеличивают износостойкость. Повышение триботехнических характеристик объясняется снижением адгезионного взаимодействия в зоне трения, приводящего к образованию скаток. Отмечен эффект повышения износостойкости при воздействии мягкого рентгеновского излучения. Однако, проведенные работы не дают полного ответа о том, какой механизм трения преобладает при трении модифицированной резины, тем более что эксперименты по трибоиспытаниям велись по схеме “вал-пленка”, которая является не типичной для реальных пар трения. Целью данной работы является изучение триботехнических свойств резинотехнических изделий, модифицированных фторсодержащими олигомерами. В паре сталь-резина,

обработанная фторсодержащими олигомерами, доминирующим является коррозионно-механический вид изнашивания и избирательный перенос. Установлено образование на поверхности модифицированной резины композиционного тонкослойного покрытия при обработке фолеоксами Ф-1; Ф-АК2; Ф-В. Обработка фторсодержащими олигомерами приводит к существенному повышению гидрофобности и маслостойкости резинотехнических изделий.

ГЕОМОДИФИКАТОРЫ ДЛЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Овчинников Е.В., Струк В.А., Скаскевич А.А., Ларин И.Ю.

В настоящее время для повышения служебных характеристик термопластичных полимерных материалов применяют широкий спектр добавок. Данные материалы различаются дисперсностью, структурой, физико-механическими свойствами, активностью. Введение ультрадисперсных модификаторов оксидов металлов, аллотропных модификаций углерода повышает триботехнические, прочностные характеристики полимерных материалов. Эффект повышения прочности композиций объясняется тем, что наполнитель выступает в роли искусственных зародышей структурирования, концентрируясь в кристаллической фазе полимера, и приводит к его упрочнению. Введение в политетрафторэтилен ультрадисперсных кластеров синтетического углеродного вещества уменьшает на порядок интенсивность изнашивания полимера. Применение других кристаллических модификаторов приводит в меньшей мере к повышению физико-механических свойств разрабатываемых композиций. Однако применение данных модификаторов связано с разработкой и организацией энергоемких и экологически опасных производств. Поэтому встает задача в исследовании свойств природных минералов, которые могут быть использованы в качестве модификаторов в полимерные материалы. В данной работе исследованы свойства композиционных материалов на основе промышленно выпускаемых термопластов, модифицированных геомодификатором на основе кремния. В результате проведенных исследований установлен эффект повышения стойкости к ударным нагрузкам, триботехнических характеристик, прочности при разрыве композиционных полимерных материалов. Данный эффект объясняется образованием сетки лабильных физических связей в структуре модифицированного полимера.

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПРЕЦИЗИОННЫХ УЗЛОВ ТРЕНИЯ ПУТЕМ НАНЕСЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ ПОКРЫТИЙ

Попов А.Н., Казаченко В.П., Рогачев А.В., Снытко А.В.

Широкое использование углеродных алмазоподобных покрытий (АПП)

в качестве защитных и антифрикционных элементов ограничивается высокими внутренними напряжениями в них, и, как следствие этого, отслаиванием от подложки. Для улучшения адгезии АПП покрытий и их служебных свойств предложено многослойное покрытие, состоящее из последовательных слоев нитрида титана - титана – АПП, и определены оптимальные режимы его формирования.

Методами рентгеноструктурного анализа, измерениями микротвердости и морфологическими исследованиями показано, что на границе раздела Ti - АПП в процессе осаждения слоев и их последующей термообработке, происходит образование карбида титана. Данный вывод подтвержден результатами модельного эксперимента, заключающегося в получении покрытий при одновременном осаждении титана и углерода методами электродугового и импульсного искрового разряда соответственно с последующим нагревом до температуры 1250 К. В результате такой обработки микротвердость комбинированного покрытия увеличилась в 2-3 раза и составила 25 ГПа, что соответствует твердости карбида титана. Рентгеноструктурный анализ показал, что на рентгенограммах появились рефлексы, которые можно отнести к различным модификациям карбида титана. Химические превращения сопровождаются увеличением в 1,4-1,8 раза размера поверхностных структур.

Проведены комплексные исследования триботехнических свойств углеродных покрытий, содержащих промежуточный слой из титана. Методом АСМ показано, что в процессе трения углеродного покрытия по шарик из стали ШХ15 происходит перенос и закрепление высокодисперсных частиц материала шарика на покрытие. При трении шарика с покрытием износ шарика наблюдался на начальных стадиях испытания, затем резко снижался. Показано, что коэффициент трения (f_{mp}) и интенсивность изнашивания (I) в большой степени зависят от толщины покрытия, его конструкции, режимов осаждения и последующей термообработки. Так увеличение толщины с 0,3 мкм до 1,2 мкм повышает f_{mp} с 0,1 до 0,2 – 0,25, а I возрастает почти в два раза.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ УЗЛОВ ЛОКОМОТИВОВ

Снытко А.В., Рогачев А.В., Сухопаров С.И.

На основании анализа особенностей эксплуатации и технологий проведения восстановительных и ремонтных работ определены основные объекты, техническое состояние которых в значительной степени влияет на эксплуатационные характеристики локомотивов и их замена связана с ресурсными и трудовыми затратами. К их числу отнесены подшипники турбокомпрессора, узлы трения водяного насоса, прецизионные узлы трения смазочной и топливной систем, уплотнительные и защитные резинотехнические элементы, соединительные устройства трубопроводов.

Установлено, что замена бронзового вкладыша подшипника турбокомпрессора на вкладыш, изготовленный из композиционного материала на основе полиэфира, позволяет, помимо экономии металла, получить экономию топлива за счет снижения его расхода при прогреве локомотива в зимних условиях эксплуатации. Проведенные опытно-промышленные испытания показали, что применение композиционного материала позволило повысить ресурс работы подшипника и значительно упростить технологию обслуживания.

Повышение служебных свойств резинотехнических изделий предлагается проводить методом их поверхностной модификации в активной газовой фазе. Показано, что осаждение тонкого композиционного покрытия толщиной 0,5-2,5 мкм на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ) и термопластичного эластомера обеспечивает высокую износостойкость и минимальную проницаемость молекул среды (масла, топлива) в объем резины. В итоге долговечность модифицированных резин, как показали результаты опытно-промышленных испытаний, возрастает в 2-8 раз. Проведение термобработки сформированного покрытия, что инициирует протекание постполимеризационных процессов, способствует повышению когезионной и адгезионной прочности слоя.

Значительное повышение триботехнических свойств модифицированных резин может быть достигнуто путем нанесения на их поверхность комбинированного покрытия на основе эпилыма и ПТФЭ. Исследования показали, что при такой обработке коэффициент трения снижается в 2-5 раз, а интенсивность изнашивания – в 2,0-2,5 раза в сравнении с триботехническими свойствами исходных резин. Проведение только эпилымирования позволяет снизить трение в стационарном режиме на 30-32% и износ на 8-10%.

Упрочнение рабочих поверхностей элементов топливной аппаратуры (плунжеров топливного насоса, игл форсунок и др.) предлагается осуществлять путем нанесения многослойных покрытий на основе углерода и нитрида титана. С целью снижения заклинивания при попадании воды в топливо при эксплуатации в зимних условиях рекомендуется применение дополнительного нанесения на прецизионные поверхности покрытий ПТФЭ толщиной 0,1-0,3 мкм.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВАКУУМНОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Сидорский С.С.

Приведены результаты систематических исследований физико-химических процессов, протекающих при вакуумной металлизации полимерных материалов. В частности, изучены закономерности морфологических изменений, протекания диффузионных процессов в граничных слоях при осаждении металлических покрытий в условиях ионной обработки поверхности. Показано, что в процессе химического травления, ионной обработки поверх-

ности изменяется ее микрогеометрия, возникает периодическая шероховатость и на стадии осаждения покрытия в граничных слоях полимера интенсивно протекают процессы диффузии; значительное содержание металла (меди) и его соединений обнаружено на расстоянии 2 мкм и более от геометрической межфазной границы. Впервые установлено, что характер распределения атомов металла по толщине подложки имеет сложный характер и значительное его количество находится в химически связанном состоянии (в виде оксида и гидроксидов), что свидетельствует о возможном химическом взаимодействии атомов металла с макромолекулами полимера. Обнаружена корреляция параметров диффузионных процессов со свойствами сформированных тонкопленочных материалов.

Определены закономерности разрушения соединений металлическое покрытие - полимерная подложка при различных режимах и условиях активационной обработки. Показано, что практически всегда разрушение имеет когезионный характер. При этом разрыв происходит как по объему полимера (в слое толщиной 100-150 нм), так и по металлическому покрытию.

Предложена методика и произведен расчет теплового режима металлизации стеклопластиков, полиимидных пленок и других материалов. Определены для них максимальные скорости роста металлического покрытия, при которых не происходит тепловое разрушение подложек, при различных технологических схемах процесса, что особенно важно при конструировании высокопроизводительных установок металлизации рулонных материалов. Разработаны технологические рекомендации по активационной обработке полимеров перед металлизацией. Для получения металлизированных пластиков с высоким качеством и производительностью предложена модульная линия металлизации, в которой используется комбинированный метод нанесения покрытия: на начальных стадиях – магнетронный или ионно-плазменный, на поздних – термический.

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕСЯ ДЛЯ РЕМОНТА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Терешко Ю.Д., Снытко А.В., Сементовский А.В.

Одним из эффективных методов повышения эксплуатационной надежности подвижного транспорта является использование ремонтных деталей и узлов, изготовленных из полимерных композиционных материалов. Так, например, для тяжело нагруженных узлов подвижного состава разработана полимерная композиция на основе фенолформальдегидной смолы и латекса, образующих при совмещении и отверждении полимерную матрицу со структурой типа полувзаимопроникающих сеток, которая обладает более широким спектром свойств в сравнении с индивидуальными полимерами. Повышения износостойкости и физико-механических свойств композиционного материала предложено достигать дополнительным введением в полимерную матрицу

графита, измельченной древесины и вязкозных волокон. Методом математического планирования эксперимента установлено, что минимальную интенсивность изнашивания $I = 2,75 \cdot 10^{-8}$ имеет композит, содержащий 2 масс. ч. латекса, модифицированного стеаратом цинка, 20 масс. ч. измельченной древесины и 120 масс. ч. вязкозного волокна на 100 масс. ч. фенолформальдегидной смолы (в пересчете на сухое вещество).

На основе фенолформальдегидной композиции оптимального состава разработан еще один вариант износостойкого пресс-материала, который получали путем дополнительного введения в связующее 10 масс. ч. графита. В результате проведенных исследований установили, что разработанный антифрикционный материал характеризуется следующими показателями: разрушающее напряжение при сжатии – 148 МПа; твердость – 370 МПа; удельная ударная вязкость – 32 кДж/м²; интенсивность изнашивания – $1,83 \cdot 10^{-3}$ и коэффициент трения – 0,18-0,23 (при трении без смазочного материала).

Для восстановления изношенных поверхностей подвижного состава разработана полимерная композиция на основе эпоксиэфирной смолы, обладающая повышенной адгезией к металлам. Методом математического планирования эксперимента установлено, что наиболее высоким коэффициентом теплопроводности $\lambda = 0,095$ Вт/(м·К) обладает композит, содержащий 29,6 масс.ч. графита, 24,6 масс. ч. гидроокиси меди и 3,5 масс. ч. эфира ХЭКК.

УДК 677.021.166

СОКРАЩЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ МЕЛАНЖЕВОЙ ПРЯЖИ

Рыклин Д.Б., Коган А.Г.

В связи с необходимостью постоянного обновления ассортимента изделий и повышения его разнообразия возникает задача создания новых высокопроизводительных технологических процессов получения пряж с использованием различных комбинаций натуральных и химических волокон. Одним из основных направлений получения пряж из смесей волокон, отличающихся по свойствам, является меланжирование. В процессе меланжирования осуществляется смешивание однородных и разноцветных натуральных и химических волокон, что позволяет создать широкую гамму оттенков, которую невозможно получить при крашении.

Технологический процесс получения меланжевой пряжи значительно сложнее, чем процесс получения обычной хлопкохимической пряжи, и содержит большее количество технологических переходов. Отделка меланжевой пряжи отличается от отделки суровых и к качеству меланжевой пряжи предъявляются повышенные требования.

Особое внимание при получении меланжевой пряжи по существующим технологиям уделяется предварительной подготовке химического волокна. Волокно, спрессованное в кипы, подвергается разрыхлению, что снижает

эффективность производства, увеличивает количество переходов. При этом первоначально ориентированное и распрямленное химическое волокно теряет свою ориентацию, в связи с чем требуется повышать интенсивность воздействия на него. Это снижает качество химического волокна и ведет к образованию пороков и снижению качества пряжи.

Сотрудниками кафедры «Прядение натуральных и химических волокон» ВГТУ совместно со специалистами Барановичского ПХО разработан новый технологический процесс получения меланжевой пряжи, который позволит уменьшить количество технологических переходов без ухудшения качества пряжи, что позволит повысить эффективность производства и производительность труда. По своим качественным показателям (разрывной нагрузке, неровноте по разрывной нагрузке, по линейной плотности, по структуре) разрабатываемая пряжа соответствует показателям меланжевой пряжи, полученной по традиционным технологиям, а количество переходов снижается в 1,5 - 2 раза.

ЭКОНОМИЯ ЭНЕРГИИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

ПРЕССОВАНИЕ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ УВЕЛИЧЕННОЙ ТОЛЩИНЫ

Тулейко В.В., Снопков В.Б.

В последнее время мебельные и строительные предприятия Республики Беларусь проявляют все большую заинтересованность в использовании древесных плитных материалов увеличенной толщины (24-32 мм). Это позволяет им значительно расширить ассортимент и повысить конкурентоспособность производимой продукции. К сожалению, отечественные заводы древесностружечных плит (ДСтП) выпускают плиты, преимущественно, толщиной 16 мм и практически не выходят за пределы диапазона 14-19 мм. Это существенно ограничивает сферу их возможного применения, а следовательно, снижает объемы реализации. Главная причина сложившейся ситуации – отсутствие отработанных технологических режимов, обеспечивающих стабильный выпуск высококачественных ДСтП увеличенной толщины. Сказанное, в первую очередь, относится к прессованию – наиболее сложному и ответственному технологическому процессу в производстве ДСтП.

На кафедре технологии клееных материалов и плит БГТУ проводятся исследования процесса прессования древесностружечных плит увеличенной толщины. Установлено, в частности, что для получения наилучших показателей физико-механических свойств плит толщиной 28 мм их следует прессовать при температуре – 190 °С, максимальном давлении – 2,8 МПа. Продолжительность выдержки в прессе при этом должна составлять – 0,43 мин/мм.

В результате экспериментальных исследований были установлены различия в процессах переноса тепла и влаги с увеличением толщины прессуемого брикета. Главное отличие – увеличение содержания влаги во внутреннем слое брикета, необходимость удаления которой значительно продлевает процесс прессования. Производительность прессовой установки при этом падает. Избыточная влага также влияет на прочность клеевых соединений внутри стружечного брикета. В результате проведенной экспериментальной работы установлено, что максимальная прочность клеевых соединений в период прессования достигается при влажности стружки – 3 – 4%.

В целях интенсификации процесса прессования плит увеличенной толщины авторы рекомендуют использовать новую диаграмму, предусматривающую снижение внешнего давления до значения 0-0,2 МПа в середине цикла прессования. Это позволяет сократить процесс сушки, а также, за счет создания благоприятных температурно-влажностных условий повысить прочность готовых плит при изгибе на 10-15% при сохранении остальных показателей на уровне нормативных требований.

ТЕРМОХИМИЧЕСКАЯ КОНВЕРСИЯ АГРООТХОДОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ И ДРУГИХ ПРОДУКТОВ.

Бородуля В.А., Виноградов Л.М., Болотов В.В.

Одним из наиболее перспективных возобновляемых источников энергии и сырья для жизнедеятельности человека является биомасса – углеродсодержащие органические вещества растительного и животного происхождения. К ним относятся многочисленные отходы сельскохозяйственного производства (солома, льняная кофтра, стебли, ботва, а также резинотехнические изделия, нефтесодержащие материалы и т.д.). Так биомасса составляет 15% первичных мировых энергоносителей, а ее доля от общего энергопотребления достигает 38% в развивающихся странах и 16-20% в промышленно развитых государствах (Швеция, Финляндия).

Учитывая значительную зависимость экономики Беларуси от импорта энергоносителей и сырьевых ресурсов, рациональная переработка агроотходов позволяет обеспечить не менее 25% прогнозируемой потребности в топливе.

Несмотря на очевидную целесообразность широкого использования агроотходов в энергетике, в значительном масштабе этого не происходит ввиду отсутствия совершенных, экономически приемлемых и экологически чистых технологий и оборудования для их реализации.

При замене в котельных природного газа, а также мазута на местные виды топлива, в т.ч. агроотходы, необходима полная замена топки или установка предпочтительного устройства, значительная реконструкция системы очистки дымовых газов.

Одним из перспективных путей решения проблемы эффективного использования агроотходов в качестве энергоносителей считается двухстадийное сжигание, включающее их термохимическую конверсию в газообразные энергоносители (первая стадия) с последующим сжиганием полученного горючего газа в имеющемся топочном устройстве (вторая стадия).

Выполнен анализ перспектив использования технологии кипящего слоя, каталитических процессов, фильтрационного горения для термохимической конверсии агроотходов в энергоносители и другие импортозамещающие продукты.

УДК 621. 476

КАВИТАЦИОННЫЙ ТЕПЛОЙ НАСОС

Гречихин Л.И., Кузьмич В.В.

Показано, что кавитация, как явление, обусловлена изменением энергии связи воды в адгезионном слое и за пределами этого слоя. Это обусловлено изменением структуры воды. В адгезионном слое вода представляет собой квазикристалл обычной кубической структуры с энергией связи ~ 0,31 эВ, а

вне адгезионного слоя реализуется более плотная гранецентрированная структура с разорванной связью со второй и третьей координационными сферами с энергией связи 0,48 эВ. При турбулентном течении растворенные пузырьки воздуха в воде постоянно пересекают границу перехода ламинарного подслоя в турбулентном пограничном слое. При вхождении в ламинарный подслей воздушные пузырьки мгновенно расширяются вследствие уменьшения сил поверхностного натяжения, а при выходе из ламинарного подслоя в турбулентный пограничный слой наоборот происходит резкое сжатие растворенных пузырьков воздуха в воде. В этот момент температура воздуха внутри пузырька резко возрастает и вследствие теплообмена с окружающей средой вода в пограничном турбулентном слое значительно возрастает. Получается, что вода в ламинарном подслое охлаждается, а в турбулентном слое – нагревается. В результате возникает ситуация, свойственная обычным тепловым насосам. Трубопровод, по которому течет турбулентный поток воды, охлаждается ламинарным подслоем. Вследствие наличия градиента температуры относительно окружающей среды и возникновения конвективного теплообмена, происходит отбор теплоты из окружающей среды и передача теплоты на разогрев внутреннего турбулентного потока воды.

Коэффициент преобразования потребляемой электрической энергии водяным насосом в тепло возрастает по мере уменьшения размеров растворенных пузырьков воздуха в воде. Поэтому эффект теплового насоса проявляется не для всякой воды. Для воды, взятой из глубоководной скважины, эффект будет иметь место с максимальным коэффициентом преобразования, а для воды, взятой из обычного колодца, эффект теплового насоса будет отсутствовать. Для различных сильно полярных жидкостей эффект будет наблюдаться только в том случае, если воздух способен растворяться в такой жидкости. В различных маслах воздух не растворяется и поэтому для них эффект теплового насоса отсутствует. Разработанная теория теплового кавитационного насоса полностью подтверждается многолетней практикой эксплуатации так называемых кинетических тепловых систем, использующих явление кавитации.

Обсуждаются различные возможности реализации кавитационных тепловых насосов для производства тепла и холода.

УДК 621.438

СЖИГАНИЕ НИЗКОСОРТНЫХ ТОПЛИВ МЕТОДОМ ВЕРТИКАЛЬНОГО КРУГОВОГО ВОРОШЕНИЯ

Северянин В.С., Черников И.А.

Физическим смыслом топочного процесса в топке с вертикальным круговым ворошением является увеличение поверхности реагирования горящего топлива с кислородом воздуха.

Основой проектирования топочного устройства является скорость горения топлива, которая в дифференциальном виде записывается так:

$$-\frac{d\delta}{d\tau} = \frac{C}{M \cdot \frac{\rho_q}{\rho_z} \cdot \left(\frac{\delta}{Nu_\delta \cdot D} + \frac{1}{k} \right)} \quad (1)$$

где C - концентрация кислорода в пространстве, окружающем топливо;
 M - стехиометрическое соотношение;
 δ - размер частицы топлива;

ρ_z и ρ_q - плотности частиц газа и топлива;

D - коэффициент диффузии;

k - константа скорости горения;

Nu_δ - диффузионный критерий Нуссельта.

Из выражения (1) видно, что для увеличения скорости горения необходимо увеличивать концентрацию кислорода C , увеличивать диффузионный критерий Нуссельта Nu_δ , уменьшать размер частицы δ и увеличивать температуру реагирования. Всего этого можно добиться, используя метод вертикального кругового ворошения. Конструктивно метод оформляется в виде горизонтальной цилиндрической топки, в которой находятся воздухоохладяемые лопасти. Последние закреплены на общем валу со шнековым питателем топлива.

Основным показателем топочного процесса в роторной топке является удельная поверхность контакта топлива с окислителем, т.е. поверхность, приходящаяся на единицу количества (массы) топлива:

$$s = \frac{1-r}{\rho \cdot r \cdot R \cdot (2-r)} \cdot \frac{n \cdot \left[4 \cdot (1 - \cos\beta) + \frac{\pi}{n} \cdot |\cos\xi| \right]}{\pi \cdot \cos\left(\frac{\gamma}{2}\right) \cdot 360^\circ / (90^\circ + \beta)} \quad (2)$$

где R - радиус топки;

r - относительная ширина лопасти ($r = l/R$, где l - ширина лопасти);

β - угол естественного откоса;

γ - угол между лопастями;

ξ - угол между поверхностью слоя и верхней поверхностью ячейки.

Численный анализ показал, что удельная поверхность реагирования увеличивается с уменьшением радиуса топки, с увеличением количества лопастей ротора, с увеличением угла естественного откоса, с увеличением относительной ширины лопасти.

ТЕПЛООБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ПОРОШКОВЫХ КАПИЛЛЯРНЫХ НАСОСОВ-ИСПАРИТЕЛЕЙ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Мазюк В.В., Рак А.Л., Балащенко А.В.

Всемерная экономия органического топлива тесным образом связана с максимальным использованием вторичных энергоресурсов, что обуславливает необходимость создания нового высокоэффективного теплообменного оборудования.

В настоящее время в различного рода теплообменниках широко применяются автономные испарительно-конденсационные устройства без движущихся частей – тепловые трубы (ТТ), обладающие свойством сверхпроводимости тепла. Достоинствами тепловых труб являются компактность и незначительная масса, высокая надежность и долговечность, достаточно простая технология изготовления и относительно невысокая стоимость. Теплообменники на тепловых трубах (ТТТ) – современные теплообменные аппараты, обладающие рядом уникальных свойств. Их применение в технике открывает возможность утилизации энергии там, где традиционные теплообменники использовать экономически невыгодно или невозможно.

Новые возможности в разработке эффективного теплообменного оборудования открываются с появлением нового поколения ТТ – контурных тепловых труб, обеспечивающих значительное повышение теплопередающей способности и расстояний теплопередачи за счет более совершенной конструкции испарителя. В НИИПМ с ОП созданы эффективные испарительные устройства с капиллярной структурой из металлического порошка. Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность получения капиллярных насосов-испарителей контурных тепловых труб, рассчитанных на мощность испарения порядка 10 кВт при габаритах: Ж70, длина 300 мм. Теплообменное оборудование на основе порошковых капиллярных насосов-испарителей может эффективно применяться для обогрева домов, производственных цехов, помещений для хранения сельскохозяйственной продукции, животноводческих комплексов, парниково-тепличных комбинатов, где возможно использование вторичных энергоресурсов.

Подобные капиллярные насосы-испарители могут также использоваться для изготовления портативных передвижных парогенераторов весом порядка 10 - 100 кг производительностью 10 – 100 кг пара в час.

ПРИМЕНЕНИЕ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ВЯЖУЩИХ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ГРУНТОВ

Лыщик П.А., Марцинкевич С.Ф.

В Республике Беларусь для высоко производительной работы лесовозного автотранспорта, а также эффективного ведения лесного хозяйства требуется дополнительно построить около 12 тыс. км дорог круглогодичного действия. Применение большегрузных лесовозных автопоездов, при транспортировке древесины, предъявляет высокие требования к параметрам лесовозных путей, поэтому строительство лесовозных дорог требует использования качественных дорожно-строительных материалов, которых в республике, ввиду сложившихся веками грунтово-гидрологических условий, крайне мало.

Большинство промышленных предприятий республики, в том числе и дорожной отрасли, спроектированы и введены в эксплуатацию во времена поставок дешевых энергоресурсов и материалов. В настоящее время технологические процессы и оборудование таких предприятий ориентированы на форсированный выпуск продукции при низких капиталовложениях, это ведет к перерасходу энергоресурсов и накоплению отходов производства. Решению этих проблем сегодня в республике, как и в других странах, придается особенно важное значение.

Существует несколько общеизвестных путей энергосбережения: создание новых технологий, повышение к.п.д. оборудования, использование вторичных энергоресурсов (отходов производства) и другие.

Рассмотрим один из вариантов решения вопроса, связанного с инженерным обеспечением экологически безопасных технологий получения дорожно-строительных материалов с максимально целесообразным использованием вторичных энергоресурсов в их составе.

В Белорусском государственном технологическом университете разработан состав нового вяжущего на основе сталелитейного гранулированного шлака Белорусского металлургического завода. В состав вяжущего входят: шлак, портландцемент и низкообжиговая сульфатомосиликатная добавка (САСД), позволяющая снизить затраты тепловой энергии.

Новое вяжущее может применяться для укрепления грунтов при строительстве, как лесных автомобильных дорог, так и дорог общего пользования. Как показали испытания образцов, возможно получение вяжущего марки М 400 и более.

В заключение отметим, что для эффективного решения вопросов эколого-безопасного и экономически выгодного использования промышленных отходов необходим научно-обоснованный подход к разработке технологий получения дорожно-строительных материалов.

ЭНЕРГО - РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ УПРАВЛЯЕМОГО ВОДОВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Ознобишин А.Н., Желудкевич М.С., Герман М.Л.

Зачастую, при создании новых промышленных устройств, для технологических процессов традиционные решения обладают тормозящим моментом и во избежание этого их следует видоизменять. Так при внедрении технологии управляемого охлаждения для закалки штампов нами был заменен традиционный подход (объемная закалка ↔ отжиг хвостовика ↔ отпуск ↔ последующее охлаждение на воздухе) на новый (закалка только гравюры ↔ самоотпуск ↔ последующее охлаждение на воздухе). В результате этого подхода была исключена операция отжига хвостовика и связанные с ней энергозатраты, а охлаждение с одной стороны позволило осуществить режим самоотпуска за счет внутреннего тепла изделия и тем самым исключить затраты энергии на повторный нагрев. Замена объемного охлаждения в масле на водовоздушное охлаждение улучшает экологическую обстановку, а импульсное управление процессом закалки позволяет повысить долговечность деталей примерно в 1.8 – 2 раза. Применение метода независимого управляемого охлаждения зон, которые орошает каждая форсунка, позволило получить более равномерное распределение твердости на рабочей поверхности штампа. При этом на поверхности задается одинаковый закон охлаждения во всех зонах (количество зон равно количеству форсунок), а законы управления получают одинаковые либо разные в зависимости от конфигурации поверхности под соответствующей форсункой. Все выше рассмотренное приведено как пример компьютерного управления процессом при термообработке крупногабаритных деталей, время охлаждения которых, изменяется от 300 до 1200с в зависимости от толщины штампов.

Традиционный процесс закалки в масле клиновидных деталей (сегменты косилки) длится не более 3с, однако можно реализовать процесс управляемого водовоздушного охлаждения и получить такие же прочностные характеристики. В этом случае весь температурный диапазон разбивается на несколько поддиапазонов, в которых интенсивность охлаждения аналогична как и при закалке в масле.

К преимуществу управляемого водовоздушного охлаждения следует отнести и возможность реализации новых режимов, которые невозможно получить иным путем.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФА ВЫБЫВШИХ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЛОЩАДЕЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БЫТОВОГО ТОПЛИВА

Гаврильчик А.П., Смеловский В.Е., Мультиан С.Т., Пискунова Т.А., Костюков А.С., Саванец Е.А., Лис А.В., Вечер Д.А.

Из-за ограниченности промышленных запасов торфа в Республике нет возможности увеличить выпуск торфобрикетов, чем создается острый дефицит в бытовом топливе. Проблему можно существенно поправить за счет более полного использования имеющихся запасов торфа и получения на его основе окускованной торфяной продукции.

Существующая технология разработки торфяных месторождений сопровождается существенными потерями запасов торфа. В Республике числится выбывшими из эксплуатации 290 тыс.га площадей, на которых оставлено более 400 млн.т торфа. Эта площадь с торфом повторно заболачивается или используется под сельхозугодья, но чаще всего превращается в бросовые земли, на которых торф минерализуется или выгорает. Усилиями институтов ИПИП-РЭ НАНБ, БелНИИТОППРОЕКТ и Зеленоборского завода по переработке торфа разработана принципиально новая технология, позволяющая практически полностью извлекать промышленные запасы торфа на разрабатываемых месторождениях. Она включает экскавацию залежи на всю глубину, усреднение, переработку торфяной массы, формование и выстилку сформованных кусков для сушки. Технология позволяет осваивать малые запасы торфа и получать качественную продукцию из сырья, которое длительное время находилось в осушенном состоянии, значительно снижая его потери; уменьшить негативные последствия антропогенного воздействия на торфяные месторождения и сопредельные территории. Конструкторская документация опытных образцов технологического оборудования разработана институтом БелНИИТОППРОЕКТ, а изготовлено оно на Зеленоборском заводе.

Испытания подтвердили соответствие основных технико--производственных показателей запланированным. Предлагаемая технология позволяет снизить потери торфа на 40--45%.

В 2005 г. торфопредприятиями концерна "Белтопгаз" по предложенной технологии планируется добыть 50 тыс. тонн бытового топлива.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФРАКРАСНОГО СПОСОБА ОБОГРЕВА В МАШИНАХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

Ильин В.Г., Строкун Л.И., Антоненко В.И.

Инфракрасный обогрев (ИК) достаточно широко применяется в различных отраслях техники и успешно конкурирует с другими методами промышленного обогрева. Однако в производстве синтетических волокон он не нашел широкого применения.

Основное преимущество метода ИК нагрева и малая инерционность системы, что позволяет сократить время выхода температур на заданный технологический режим.

В настоящее время обогрев экструдерных плавильных устройств машин синтетических волокон осуществляется с помощью нагревателя в виде трубок “Бакера”, залитых в алюминий. Система эта весьма инерционна, велико время переходных процессов и время запаздывания.

Ввиду чего в АО “Химтекстильмаш” проведены научно-исследовательские работы по применению ИК нагревателей в системе обогрева экструдеров. Источником энергии при ИК-нагреве являются излучатели применяемые в нагревателе КГ-220-1606-6 ТУ16-535718-73. Была проведена модернизация экструдера ЭЧ-160К, на который были установлены в пяти зонах нагрева кварцевые галогенные лампы инфракрасного излучения. Они обеспечивают лучистый поток в инфракрасной области видимого света электромагнитного спектра от 0,76 до 1000 микрон.

Поглощение лучистой составляющей энергии осуществляется поверхностным слоем. А далее вглубь материала тепло распространяется теплопроводностью. Таким образом, по сравнению с нагревателями сопротивления залитыми в алюминиевый корпус в ИК-нагревателях передача тепла от источника энергии к корпусу червяка происходит минуя контактное сопротивление.

Применение ИК нагревателей позволило: исключить применение дорогостоящего алюминия, снизить расход электроэнергии на 15%, за счет высокого КПД и уменьшение потерь тепла в окружающую среду; обеспечить более равномерный нагрев, за счет чего улучшить качество формуемых нитей.

СМАЗКА ДЛЯ СКОЛЬЗЯЩИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОНТАКТОВ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА Абраменко В.В.

Разработка электропроводной смазки обусловлена необходимостью повышения эффективности работы, надежности и долговечности машин, технологического оборудования и транспорта в условиях нагрузочных и скоростных режимов. Эта проблема применительно к конструкциям, использующим скользящий токосъем, в частности, для электрифицированного транспорта, связана с обеспечением надежности и долговечности сильноточных скользящих электрических контактов.

Электропроводную смазку получали путем совмещения меднённого графита с пластичной смазкой, предварительно нагретой до температуры 100—150°С. Меднение графита проводилось для улучшения электрических свойств за счет большой электропроводности осаждаемой меди.

Целью исследования являлось изучение влияния электропроводной смаз-

ки на электрические и триботехнические свойства скользящих электрических контактов.

Предполагается, что применение разработанной электропроводной смазки позволит повысить долговечность и надежность механизмов, в которых используется скользящий электрический контакт.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ СХЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ УСТАНОВКИ ОГНЕВОГО ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ СТОКОВ

Семенов А.С., Назаров А.С.

В производстве полиамидных волокон и нитей энергозатраты в структуре себестоимости достигают 20%, поэтому актуальность экономии вторичных энергоресурсов (ВТЭР) очевидна. На основании обработки результатов режимно-наладочных испытаний установки огневого обезвреживания стоков (УООС) на Гродненском ПО “Химволокно” показывает, что ВТЭР можно использовать на этой же установке и снизить затраты на обработку стоков. Трудности решения этой задачи заключаются в том, что при огневом обезвреживании стоков в циклонном реакторе при температуре свыше 1000 °С происходит окисление органических составляющих сточной воды до безвредных соединений. Несмотря на наличие котла-утилизатора, позволяющего получать пар для собственных нужд, дымовые газы выбрасываются в атмосферу с температурой около 270 °С. В составе дымовых газов содержится незначительное (до 40 мг/м³) содержание окислов азота, СО₂ и вторичные пары с воздухом. Такая смесь при температуре ниже точки “росы” может привести к образованию слабых кислот и коррозии металла, а также к солеотложению на стенках поверхностей нагрева и дополнительному термическому сопротивлению теплопередаче. С целью избежания плотных отложений предлагается ступенчатая утилизация теплоты дымовых газов. Перед дымососом устанавливается воздухоподогреватель оригинальной конструкции, в котором за счет тепла дымовых газов предварительно подогревается дутьевой воздух, подаваемый на горелки реактора. Далее тепло дымовых газов в теплообменниках с оребренными трубами используется на подогрев химочищенной воды, подаваемой в деаэратор, и сточных вод, направляемых на сжигание. Общая утилизация тепла при этом достигает 0,5 Гкал/ч. За счет повышения температуры дутьевого воздуха до 370 °С, подаваемого на горелки реактора и сточной воды на форсунки до 70 °С сокращается расход природного газа в среднем на 15%, что составляет 30-35 м³/ч. В целом возвращается в производство порядка 544тут/год.. Установленные на предприятии насосы для циркуляции сточной воды имеют значительный запас по создаваемому напору для преодоления гидравлического сопротивления при многоконтурной циркуляции воды в оребренных трубах. С учетом затрат на внедрение окупаемость комплексной схемы утилизации на УООС составит около одного года.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Колыхан Л.И., Клименков Ю.В., Малевич В.Л., Пархомова З.С.

Использование вторичных энергоресурсов - реальный и эффективный путь экономии органического топлива, снижения энергоемкости выпускаемой продукции. Промышленность строительных материалов – одна из наиболее энергоемких отраслей со значительным потенциалом ВЭР. Поэтому их использование на цементных, известковых, стекольных и др. предприятиях отрасли - актуальная и экономически обоснованная задача. Вложенные в реконструкцию производства средства окупаются за 1 – 2 года.

Однако реализация таких проектов встречает ряд затруднений в связи с различием расходов, температур и физико-химического состава и концентрации в уходящих газах твердых или расплавленных аэрозолей, а также потребностей в различных теплоносителях (вода, пар, воздух и т.п.), поэтому невозможно ограничиться для создания мощностного ряда теплообменных аппаратов несколькими конструкциями. Для каждого предприятия потребуется разработка соответствующих модификаций аппаратов и систем на основе отработанной конструкции головного образца данного типа.

Наряду с утилизацией теплоты следует одновременно решать и задачу очистки уходящих газов от примесей.

Институтом проблем энергетики НАН Беларуси созданы опытные и головные образцы теплоутилизационных аппаратов и систем, проходящие в настоящее время опытную эксплуатацию, обработку конструкций и технологического регламента. Аппараты охватывают основной диапазон параметров ВЭР предприятий Республики.

Создано несколько модификаций теплообменных аппаратов для нагрева воды за счет глубокого охлаждения паровоздушных вентвыбросов, конденсации содержащихся в них паров с одновременной очисткой от твердых аэрозолей, паров, минеральных масел, волокон и т.п.

РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ

Жидович И.С., Михин О.А.

Существующая практика энергосбережения, к сожалению, не затрагивает многие современные технологии, особенно в области инженерного обеспечения жилых и общественных зданий.

В основу представляемых ниже предложений положены результаты анализа теплового баланса здания и их систем инженерного оборудования, применяемых в практике проектирования. В частности, автоматизированных пофасадных систем центрального отопления с насосным и элеваторным побуждением циркуляции теплоносителя и систем горячего водоснабжения зданий.

Разработана ресурсосберегающая автоматизированная система отопле-

ния с повторным использованием теплоносителя (система МКГ). Отличительная особенность системы МКГ состоит в том, что в одной из подсистем расчётные параметры теплоносителя принимаются 105-80 °С (подсистема П – с повышенными параметрами обратного теплоносителя), в другой подсистеме 105-70 °С (подсистема Т – с традиционными параметрами обратного теплоносителя, соответствующими температуре теплоносителя в обратном трубопроводе сети). При этом обратный теплоноситель от подсистемы П с расчётной температурой 80 °С полностью повторно используется в обеих подсистемах, а в теплосеть возвращается обратный теплоноситель только из подсистемы Т с расчётной температурой 70 °С.

Предложено структурное разделение систем отопления и горячего водоснабжения зданий за счёт применения современной технологии в теплоснабжении – тепловых насосов, утилизирующих теплоту сточных вод зданий. В этом случае исключаются негативные последствия изменения нагрузки горячего водоснабжения на управляемость системы отопления.

Применение тепловых насосов повторно ставит вопрос об эффективной температуре горячей воды в сети горячего водоснабжения жилых зданий. Известно, что согласно действующих нормативных документов, нижняя граница температуры горячей воды во всех точках водозабора для систем, присоединённых к закрытым системам теплоснабжения, должна быть не ниже 50 °С. На практике же более 97% горячей воды потребляется с температурами ниже 45 °С. Данное утверждение основано на результатах проведенного обследования у 490 семей четырёх районов г. Минска.

В заключение необходимо отметить, что совместное использование изложенных технических предложений позволит:

- сократить расход нагревательных приборов на 5% (за счёт повышения температуры обратного теплоносителя в подсистеме П до 80 °С) с соответствующим снижением металлоёмкости и сметной стоимости;

- экономить за счёт функционального разделения систем отопления и горячего водоснабжения до 10% тепловой энергии, расходуемой на отопление зданий;

- сократить на 40% потребление первичного топлива, необходимого для горячего водоснабжения жилых зданий, и повысить надёжность теплоснабжения (особенно в малых городах).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛА ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ В ТЕХНОЛОГИИ СУШКИ И ПРОПИТКИ ДРЕВЕСИНЫ

Аринкин С.М., Горбачев Н.М., Кожин В.П., Щукин Г.Л.

При производстве строительных материалов при обжиге цемента, извести и др. значительная доля тепловой энергии выбрасывается в окружающую среду. Одна печь обжига извести выделяет до 180 тыс. м³/ч отходящих

газов с температурой до 170°C. Их запыленность составляет 30-40 мг/м³. Прямое использование низкопотенциальной энергии затруднено. Разрабатываемая в Национальной академии наук Беларуси совместно с Белгосуниверситетом технология производства модифицированной древесины позволяет использовать эту энергию в деревообработке, что дает существенную экономию топлива и способно улучшить экологическую ситуацию. Технология переработки древесины включает:

- сушку пиломатериалов с использованием тепла отходящих газов;
- защитную пропитку пиломатериалов и производство деревозащитных составов;
- производство топлива каталитического горения.

Создаваемые в АНК ИТМО совместно с ЗАО “Техносфера” лесосушильные камеры объемом от 10 до 60 м³ позволяют обеспечить высокое качество сушки пиломатериалов (не хуже 2-й категории) в автоматическом режиме. Тепловая и аэродинамическая схемы камер позволяют эффективно использовать любые, в т.ч. и низкопотенциальные источники тепла с температурой теплоносителя до 70°C. Утилизация только 10% тепла отходящих газов печей обжига извести и цемента позволяет организовать сушильное производство с производительностью до 100 м³ пиломатериалов в сутки. В Беларуси затраты на сушку 1 м³ пиломатериалов в традиционных сушилках составляют 18-23 дол. США. При использовании тепла отходящих газов при сушке древесины до относительной влажности 10-12% можно получить существенную экономию топлива (до 40 кг нефтепродуктов на каждом 1 м³). Применение в качестве теплообменных устройств утилизации тепла кольцевых жалюзийных аэродинамических пылеуловителей позволит осадить до 90% частиц извести, содержащихся в газовых выбросах.

Пропитка древесины осуществляется экологически чистой огне-биозащитной композицией на водной основе с добавками акрилатов или масел, что приводит к кальматации пор в древесине и устойчивости к вымыванию атмосферными осадками. Производство пропиточных композиций может располагаться непосредственно на пропиточном участке. К пропитке допускается древесина различных пород с исходной относительной влажностью до 60%. После обработки возрастает биостойкость и огнестойкость древесины, повышается устойчивость к воздействию атмосферных явлений, улучшаются ее прочностные характеристики и декоративные свойства. Тепло отходящих газов предполагается использовать также и для приготовления составов и разогрева древесины при работе в холодное время года.

Древесный уголь экологически чистого каталитического горения получается из малотоварной древесины и отходов деревообработки путем их глубокой пропитки водными растворами солей щелочных металлов. Это топливо отличается более низкой температурой воспламенения, чем обычный древесный уголь, длительно устойчиво горит. Он может быть использован для последующего получения активированного угля.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ РЕАКЦИОННО- АКТИВНЫХ ПОРОШКОВ

Романенков В.Е., Смирнов В.Г., Станкевич М.В.

В связи с актуальностью ресурсо- и энергосбережения для современного этапа научно-технического развития, широкое применение находят порошковые материалы и изделия из них, в частности проницаемые материалы, получаемые в настоящее время двумя методами: порошковой металлургии и коллоидной химии с использованием различных способов регулирования пористой структуры. Преимущества методов порошковой металлургии заключаются в снижении расхода металла, уменьшении трудоемкости и упрощении технологии производства. Однако из-за высокой стоимости технологических пресс-форм применение металлокерамики экономически выгодно лишь для больших (не менее 500) партий изделий одного типа.

Значительные проблемы, возникающие при производстве проницаемых материалов: энергозатраты и сложность регулирования структурными характеристиками, главным образом парораспределением.

Одним из наиболее эффективных и позволяющих значительно снизить энергозатраты при получении проницаемых материалов с требуемыми свойствами является метод гидротермального синтеза (ГТС). Этот метод, объединяющий в себе методы порошковой металлургии и коллоидной химии, основан на способности реакционно-активных дисперсных порошков в определенных условиях энергично реагировать с водой или водяным паром. Главной отличительной особенностью данного метода является возможность формирования бипористой структуры, содержащей сорбционные и транспортные поры, отличающиеся на 3-4 порядка, при температуре порядка 80 - 120 °С и без применения пресс-оборудования. Синтезируемый материал обладает высокой удельной поверхностью. Кроме того, метод позволяет значительно увеличить теплопроводность металлокерамических материалов, что представляет интерес при решении проблем теплообмена.

В результате аналитических и экспериментальных исследований, исходным материалом в которых служили порошки ПА-ВЧ-1 и АСД-1, найдены пути управления методом ГТС с целью получения оксидно-металлических материалов с заранее заданными свойствами.

ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РЕСТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ОТОПИТЕЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ

Романюк В.Н., Седнин В.А., Литовченко Н.В.

Существующие котельные, с точки зрения первого закона термодинамики, представляют достаточно совершенные системы, энергетический КПД которых практически доведен до предела (не ниже 85%). Противоположная

картина в отношении котельных отмечается с позиций второго закона термодинамики: эксергетический КПД котельных невысок (не выше 45%). Потери эксергии имеют место на обоих торцах технологического процесса. В последнее время развернута компания по снижению эксергетических потерь на холодном торце процесса преобразования энергии заменой процесса дросселирования пара адиабатным расширением. Вместе с тем, указанные потери составляют меньшую часть общих потерь. Основные потери эксергии промышленной котельной приходятся на горячий торец технологии – на котлоагрегат (то ли паровой, то ли водогрейный) и превышают 50% входного потока эксергии. Очевидна необходимость энерготехнологической перестройки существующих систем преобразования энергии. Для этого имеются все необходимые предпосылки.

Запорожским и Николаевским моторостроительными объединениями освоен выпуск газотурбинных, комплектных электростанций (ЭГ), типоразмерный ряд которых охватывает весь диапазон мощностей, требуемых для промышленных котельных: от 1 МВт до 10 МВт. Указанные ЭГ отвечают всем необходимым требованиям санитарии, автоматизации, надежности, долговечности, относительно недороги. Позволяют работу автономную и совместно с энергосистемой.

В БГПА разработаны схемы сопряжения ЭГ с котлоагрегатами, обеспечивающие, при необходимости, сохранение аэродинамического, теплового режима работы последних, как паровых, так и водогрейных. Успех существования интегрированных систем во многом зависит от разнесения затрат между производимыми продуктами, в данном случае тепло- и электроэнергией. Ярким подтверждающим примером может быть методика разделения затрат существующих ТЭЦ. Если определять затраты на производство электроэнергии по затратам условного топлива в энергосистеме Белоруссии (268 г/кВт·ч), затраты на производство единицы теплоты уменьшаются на 50 – 80% в зависимости от режима работы и схемы сопряжения котлоагрегата и высокотемпературной газотурбинной надстройки. Сроки окупаемости вложений отвечают современным требованиям.

УДК 697.921.47:721.011.25

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ЖИЛЫХ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ С ГЕРМЕТИЧНЫМИ ОГРАЖДЕНИЯМИ ПОВЫШЕННОЙ ТЕПЛОЗАЩИТЫ

Липко В.И.

В строительной отрасли народного хозяйства Республики Беларусь в настоящее время протекают сложные процессы реформирования, требующие дальнейшего совершенствования нормативной, экономической и правовой базы.

Поскольку в жилищном строительстве доля индивидуального и кооперативного сектора постоянно увеличивается, то в этих новых условиях юридическая и экономическая стороны отношений приобретают всё большую значимость. Здание как продукт деятельности строительной отрасли на рынке недвижимости приобретает форму очень капиталло- и энергоресурсоемкого товара.

Наиболее энергоемкими и затратными при эксплуатации зданий являются инженерные системы теплогазоснабжения и вентиляции, на которые расходуется свыше трети всех энергоресурсов страны.

Помимо снижения транзитных потерь теплоты другим источником энергосбережения является сокращение расхода теплоты самими зданиями по следующим направлениям:

1) снижение трансмиссионных теплопотерь за счет повышения теплозащитных свойств наружных ограждающих конструкций;

2) снижение потерь теплоты за счет продуваемости горизонтальной ветровой и вертикальной гравитационной путем герметизации наружных ограждений;

3) снижение расчетных параметров отопительных систем до режима дежурного отопления с компенсацией теплопотерь бытовыми тепловыделениями и квартирными кондиционерами - доводчиками;

4) снижение расчетных значений температур за счет глобального потепления климата;

5) снижение расхода теплоты на отопление и вентиляцию зданий за счет применения рекуперативных воздухо-приточных устройств и других технических средств возврата уходящей теплоты.

Общий годовой экономический эффект от внедрения энергосберегающих мероприятий по пяти направлениям составляет

$$\mathcal{E}_{\Sigma} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3 + \mathcal{E}_4 + \mathcal{E}_5 = 459 + 364 + 160 + 38 + 171 = 1192 \text{ млн} \$США$$

ЭКОНОМИЯ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ФИРМЫ SATEC

Ваганов В.А., Гришин Е.П., Хунт Ю.Я.

Современные технические и программные средства вычислительной техники обеспечивают весьма эффективные возможности по экономии прямых расходов при производстве и потреблении электроэнергии. Фирма SATEC Ltd. (Израиль) производит полный комплект микропроцессорных приборов, необходимых для анализа, измерения и управления как производством, так и потреблением электроэнергии в рамках единой автоматизированной системы управления «Энергия» (SCADA). В систему входят электроизмерительные приборы серий PM-130, PM-170E, PM-290H, PM-295 и RPM-90.

Разработка и внедрение рассматриваемых типовых систем АСУ «Энергия» включает следующие основные этапы работ:

- анализ особенностей сети электроснабжения предприятия и разработка технического задания на проектирование системы;

- разработка эскизного проекта системы и расчет стоимости проектирования, изготовления и внедрения системы;

- разработка технического проекта системы и задания на привязку программных средств;

- разработка и отладка программного обеспечения на макете сети электроснабжения;

 - обучение эксплуатационного персонала заказчика;

 - комплектация и поставка необходимой аппаратуры;

 - установка и отладка системы совместно с программным обеспечением.

Вместе с тем, на каждом из этапов работы желательны и целесообразны непосредственное участие представителей заказчика. Это позволяет наиболее полно учесть особенности сети электроснабжения и в дальнейшем, по мере ее развития, расширять и модернизировать систему управления силами специалистов заказчика в случае такой необходимости.

По экспертным оценкам внедрение таких систем на промышленных предприятиях дает суммарную годовую экономию расходов на электроэнергию не менее 12%-15%. Кроме промышленных предприятий, подобные системы успешно применяются в энергосистемах различного назначения, городских электросетях, на электростанциях различного типа и т.д.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ АСУ «ЭНЕРГИЯ» ФИРМЫ SATES Гришин Е.П., Кобленц Х.

Проектируемые нами системы позволяют осуществлять оперативный мониторинг, анализ качества электроэнергии и управление энергоресурсами по весьма широкому комплексу параметров. В частности, имеется возможность динамично изменять и корректировать коэффициент мощности путем автоматического подключения конденсаторных батарей и экономить таким образом стоимость потребляемой электроэнергии. Сокращение расходов на электроэнергию достигается также и за счет оптимизации структуры сети путем оперативного отключения ненагруженных трансформаторов и электродвигателей.

Измерение высших гармоник непосредственно на конденсаторных батареях и в трансформаторах дает возможность при достижении ими опасных значений, которые могут привести к выходу из строя этого оборудования, одновременно и автоматически отключать его от сети или включать защитно-фильтрующие устройства и предотвращать выход этого оборудования из строя. Такой же эффект достигается и при опасных значениях помех, всплесков и провалов напряжения в электрической сети.

Измерение линейных напряжений и потерь в электрических линиях позволяет оптимизировать эти напряжения в зависимости от длин линий и величин нагрузок. Кроме того, учет суточных тарифов электроэнергии позволяет оптимизировать суточный график подключения нагрузки с целью сокращения расходов энергии. Внедряемые нами системы работают в режиме ON LINE и дают экономический эффект, суммируемый сокращением расходов на приобретение электроэнергии и расходов на ремонт дорогостоящего оборудования за счет увеличения срока его безотказной работы. Анализ результатов работы системы позволяет заблаговременно планировать и своевременно обновлять оборудование и реконструировать производство.

Внедрение нашей компьютеризированной автоматизированной системы управления (АСУ) электрической сетью позволяет избежать аварийных ситуаций, вызываемых неправильными действиями обслуживающего персонала и резко сократить время ликвидации аварий, а также восстановления нормального послеварийного режима работы. Как показал наш опыт, средства, затраченные на проектирование и внедрение подобных систем, окупаются в течение года эксплуатации АСУ. Например, внедрение АСУ «Энергия» в г. Караганда (Республика Казахстан) обошлось заказчику в 980 тыс. долларов США при полной окупаемости в 285 дней.

КОРОТКОФАКЕЛЬНАЯ ФОРСУНКА С УЛУЧШЕННЫМ РАСПЫЛИВАНИЕМ МАЗУТА

Куликов И.С., Козловский Н.А.

Для сжигания мазута в котлах тепловых электростанций широко используются механические короткофакельные форсунки. Основными элементами, определяющими качество их работы, являются завихритель и распылитель (сопло). Завихритель выполнен в виде тангенциальных канавок, создающих в камере завихрения круговое движение топлива. Величина угла раскрытия факела φ прямо пропорциональна скорости этого движения и, соответственно, перепаду (потерям) давления в канавках. Поэтому в существующих форсунках для получения угла γ более 90° в данном сечении потери давления мазута составляют 83 - 88% от общего давления в топливной магистрали. Сопло распылителя представляет собой отверстие (диафрагму). Следовательно, ранее указанные потери давления в нем составляют соответственно 17 - 12%.

Известно, что увеличение диаметра выходного сопла приводит к ухудшению дисперсности капель топлива по зависимости $d \sim d_0^{0,4 \div 0,64}$, где d - фактический диаметр сопла, d_0 - расчетный его диаметр. Таким образом, увеличение перепада давления в сопле распылителя увеличивает тонкость распыливания топлива. Установлено, что минимальный перепад давления, при котором образуются мелкодисперсные частицы топлива, находящиеся во взвешенном состоянии в воздухе, составляет 0,7 - 0,8 МПа. При этом давлении в поле орошения преобладает полидисперсный состав капель, имеющих раз-

ные диаметры. При давлении более 1,2 МПа взвешенные частицы топлива практически заполняют весь объем факела, образуя четкие его границы.

Очевидно, что процесс сжигания топочного мазута в котлах во многом зависит от дисперсной структуры его капель. При уменьшении диаметра капель увеличивается общая поверхность окисления структурных единиц топлива, что приводит к интенсификации процесса горения на пониженных избытках воздуха. Как показали опытные данные, это способствует снижению вредных выбросов в окружающую среду, так как углерод, как более активный химический элемент, при повышении температуры забирает на окисление (горение) практически весь кислород воздуха. Азот и исходные соединения серы в большей части удаляются с дымовыми газами в свободном состоянии.

Уменьшение избытка воздуха позволяет также повысить КПД котла за счет снижения температуры уходящих газов и увеличения температуры подаваемого воздуха.

В ИПЭ НАНБ разработана конструкция механической форсунки с улучшенными распыливанием мазута и геометрией факела, позволяющая увеличить КПД котлов на 0,7 - 0,8% и снизить содержание вредных выбросов в дымовых газах на 50 - 60 мг/м³.

О РЕТРОФИТЕ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ТУРБОКОМПРЕССОРОМ НА ОЗОНОБЕЗОПАСНЫЕ И АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ СМЕСЕВЫЕ ХЛАДАГЕНТЫ

Беляева О.В., Гребеньков А.Ж., Тимофеев Б.Д.

В настоящее время актуальна проблема замещения в холодильном оборудовании хладона 12 на озонобезопасные или альтернативные хладагенты.

Перевод холодильного оборудования на озонобезопасный хладон R134a требует реконструкции турбокомпрессора. Альтернативные азеотропные смеси 0,6R22/0,4R218 (1) и 0,4R142b/0,6RC318 (Экохол-2) (2) позволяют проводить замену R12 без реконструкции турбокомпрессорного агрегата.

Смесь (1) требует замены минерального масла на синтетическое, смесь (2) совместима с минеральным маслом.

Расчитаны эксплуатационные показатели холодильного оборудования. Годовые эксплуатационные расходы на хладонах 12, 134a и альтернативных смесях (1) и (2) по нашим оценкам составляют 281, 248, 259 и 181 тыс. дол. США соответственно. Ниже приведены технико-экономические показатели перевода холодильного оборудования ХТМФ-248-4000 с хладона R12 на хладон R134a и альтернативные хладагенты 0,6R22/0,4R218 и 0,4R142b/0,6RC318 (стоимость в тыс. дол. США).

Наименование затрат	R134a	R22/R218	R142b/RC318
Реконструкция турбокомпрессора со стоимостью монтажа	130	-	-
Стоимость хладагента (3000 кг)	27,0	36,2	37,8
Стоимость холодильного масла (400 кг)	6,0	6,0	1,0
Система контроля температуры	0,8	0,8	0,8
Система отбора проб на анализ	1,0	1,0	1,0
Стоимость промывки контура от масла	3,0	3,0	-
Реконструкция системы заправки	-	10	-
Итого	167,8	57,0	40,6

СОВРЕМЕННЫЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КАРДАННЫХ ПЕРЕДАЧ

Кравченко В.И., Дереченик Л.И., Костюкович Г.А.

Описывается технология изготовления крестовин карданных валов из стали пониженной прокаливаемости 60ПП с применением метода объемно-поверхностной закалки (ОПЗ) токами высокой частоты.

Одним из основных элементов карданной передачи, во многом лимитирующим ее работоспособность, является крестовина.

По традиционной технологии крестовины изготавливают из хромоникелесодержащих сталей типа 20ХГНТР. При этом производится ступенчатая термообработка – предварительно механически обработанные крестовины подвергаются цементации, а затем объемной закалке.

Наряду с традиционной технологией ОАО “Белкард” применяет технологию изготовления крестовин из стали 60ПП с применением метода ОПЗ токами высокой частоты.

Технология ОПЗ крестовин позволяет:

- обеспечить более высокий уровень конструктивной прочности, чем у крестовин, подвергнутых цементации и закалке;
- повысить прочностные свойства: статическую прочность и сопротивление усталости, стойкость к контактному выкрашиванию, износостойкость;
- применять для изготовления сталь, которая содержит в 3-4 раза меньше легирующих элементов, что создает условия для снижения цен;
- снизить расход электроэнергии и себестоимость крестовин;
- резко сократить длительность цикла термической обработки;
- исключить расход при термической обработке природного газа, ядовитого

тых химических соединений, закалочного масла, решить проблему защиты окружающей среды, так как внедренная технология не связана с выделением вредных отходов и газов.

КРИТЕРИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Кудрявцев И.А., Дзирко С.В., Мануилов В.К.

Одним из показателей энергосбережения является экономия тепла в отапливаемых помещениях. Кроме качественной изоляции оконных блоков, фактором сохранения требуемой температуры в помещении является низкая теплопроводность материала ограждающих конструкций, которая зависит не только от характеристик, определяющих структуру материала, но и от влажности стен. Влажность материала, за исключением прямого контакта с водой, определяется его гигроскопичностью, а также возможностью капиллярного поднятия влаги. Последний фактор напрямую зависит от состояния гидроизоляции. Исследования показывают, что срок службы для различных видов гидроизоляции варьируется в больших пределах и составляет для гидроизоляции посредством штукатурки - 10 лет при физическом износе 7%, для оклеечной гидроизоляции - 20 лет при физическом износе менее 4%. Максимальная влажность, обнаруженная у кирпичных и бетонных образцов в результате капиллярного поднятия влаги, по результатам наших опытов, находится в пределах 12-13% у кирпича М75 и 10% - у бетона. На основании приведенных данных следует, что одним из критериев экономии тепла, а следовательно и энергии является качественное устройство и правильное содержание гидроизоляции в процессе эксплуатации здания.

УДК 622.691.4

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГАЗОПРОВОДОВ ИЗ УСЛОВИЯ ПОСТОЯНСТВА ДИАМЕТРА

Савастийёнок А.Я.

Проектирование газопроводов из условия постоянства диаметров (вариант №1) приводит к более материалоемким решениям по сравнению с проектированием из условия экономичности (вариант №2). Часто это оправдано увеличением надёжности газоснабжения. Рассмотрим кольцо, представленное на рис. 1.

При расчётном потокораспределении в аварийной ситуации на участке 7-6 газ не будет поступать далее точки схода 2, независимо от того, рассчитано кольцо по первому или по второму варианту. Это объясняется тем, что в направлении 7-8-5-3-2 перепад давления будет равен расчётному. К узлу 1 будет

поступать некоторое количество газа только в том случае, если газопотребление меньше расчётного.

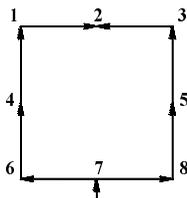


Рис. 1. Схема газовой сети

Надёжность вариантов газоснабжения при уровне газопотребления 80% от расчётного составляет 0,9901 и 0,9892. Как видно, надёжность газоснабжения практически одинакова, в то время как второй вариант экономичнее на 29,8м трубы диаметром 10см или на 5,6%. Таким образом, проектирование кольца газовой сети из условия постоянства диаметра неэффективно при схеме потокораспределения, аналогичной представленной на рис. 1.

В то же время проектирование из условия постоянства диаметра удобно, если при проектировании сети учитываются аварийные режимы её работы. В отношении газопроводов высокого (среднего) давления, в [1, с.264] отмечено, что при одинаковой обеспеченности потребителей в аварийных ситуациях кольцо с постоянным диаметром экономичнее. Таким образом, можно сделать вывод, что проектирование газовых сетей из условия постоянства диаметра целесообразно только в случае учёта аварийных режимов газоснабжения. Во всех других случаях проектирование по такому принципу приводит к необоснованному удорожанию строительства газопроводов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баясанов Д.Б., Ионин А.А. Распределительные системы газоснабжения. – М.: Стройиздат, 1977. – 406 с.

УДК 621.438

СИСТЕМА ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ДОВОДЧИКОМ

Северянин В.С., Новосельцев В.Г.

Технический уровень используемых в настоящее время в республике Беларусь для централизованного теплоснабжения теплотрасс повсеместно низок. Это приводит к тепловым потерям, значительно больше нормативно установленных. Для существующих конструкций теплопроводов возможен

следующий вариант уменьшения потерь - уменьшение температуры теплоносителя в тепловой сети. При этом снижается температурный напор при теплопередаче, поэтому необходимо либо увеличивать число нагревательных приборов у потребителя, либо подогревать воду перед потребителем. Для подогрева воды перед потребителем необходим специальный подогреватель - доводчик. В этом случае будет иметь место экономия топлива в количестве, необходимом для выработки теплоты, идущей на компенсацию потерь при транспортировке по теплосетям.

Для этой схемы необходимо вычислить оптимальные параметры теплоносителя, при которых сумма затрат топлива на центральном источнике теплоты и доводчике будет минимальна. Эта температура определяется из условия равенства нулю второй производной по температуре теплоносителя (в начале прямого теплопровода тепловой сети) от вышеуказанной суммы затрат. Для доводчика, работающего на газе, конечное выражение для условия оптимума имеет вид:

$$\frac{(T - T_{0\text{кр}})^{n-1}}{0.065 \cdot \left(\frac{T - T_{0\text{бр}}}{T' - T_{0\text{бр}}} \right)^{-1.68} - 0.19 \cdot \left(\frac{T - T_{0\text{бр}}}{T' - T_{0\text{бр}}} \right)^{-0.68}} = \frac{G \cdot c}{m \cdot F \cdot (n+1) \cdot n \cdot (T' - T_{0\text{бр}})}$$

где, T' - температура теплоносителя в прямом теплопроводе теплосети в схеме без доводчика, К

T - то же, в схеме с доводчиком, К

$T_{0\text{кр}}$ - температура окружающей среды, К

$T_{0\text{бр}}$ - температура теплоносителя, поступающего по обратному теплопроводу теплосети на центральный источник теплоты, К

G - расход воды в теплосети, л/час

c - теплоемкость теплоносителя, ккал/(кг · град)

m, n - экспериментальные коэффициенты

F - площадь теплообмена, M^2

$$F = \pi \cdot d \cdot L$$

где, d - диаметр теплопровода, м

L - длина теплопровода, м

Таким образом, данный метод позволяет определить оптимальную температуру теплоносителя в схеме с доводчиком при определенных условиях для конкретных схем.

РАЗРАБОТКА КОМПРЕССИОННОГО ТЕПЛООВОГО НАСОСА НА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЕ

Конева Н.С., Домород Л.С.

В настоящее время производство тепловых насосов в западных странах, в пересчете на тепловую мощность превысил 300 млн. кВт. Это объясняется высоким коэффициентом преобразования, позволяющим экономить от 60 до 80% тепловой энергии. Поэтому в течение нескольких лет лаборатория терморегулирования АНК ИТМО НАН Беларуси разрабатывает тепловые насосы малой и средней мощности 1–60 кВт для промышленных и бытовых целей.

Отработана методика расчета компрессионных тепловых насосов на базе герметичных компрессоров, включая ХГВ с озонобезопасными фреонами.

Разработана программа расчета и оптимизации отдельных тепловых элементов теплового насоса: конденсатора, испарителя, перегревателя, позволяющие минимизировать их габариты. Проведен предварительный цикл работ по серийной реализации таких теплообменников типа жидкость – газ, жидкость – жидкость. Показаны определенные преимущества для рассматриваемых целей теплообменников на тепловых трубах. Применительно к теплонасосному отоплению малоэтажных домов разработан термосварной испаритель, использующий теплоту грунта и грунтовых вод для региона Сибири. Испаритель позволяет существенно снизить капитальные затраты на реализацию указанного метода отопления.

Созданы три варианта тепловых насосов типа воздух–воздух, воздух–вода, вода–воздух. Экспериментальное исследование которых позволило получить коэффициенты трансформации тепловой энергии от 2,5 до 4,5.

Отдельная часть разработки направлена на модернизацию устаревшего парка холодильных машин и тепловых насосов в РБ путем замены элементной базы, в первую очередь компрессоров и сопутствующих устройств.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХАХ

Белый О.А.

Экологическая и экономическая ситуация на машиностроительных предприятиях и особенно в литейных цехах Беларуси складывается таким образом, что приемлемыми могут быть только малоэнергоемкие, экологически безопасные технологии.

В этой связи наибольший интерес представляют плавильные агрегаты, потребляющие громадное количество энергии, коэффициент использования которых, в лучшем случае, приближается к пятидесяти процентам, а затраты на установку и эксплуатацию пылегазоочистной техники, соответствующий мировому уровню, достигают 30% от общих капиталовложений.

Самым распространенным плавильным агрегатом является вагранка, выбрасывающая в атмосферу более трех тысяч кубометров газов в час на тонну выплаваемого чугуна с теплосодержанием 3,5-4,0 тысячи килокалорий в каждом кубометре. В настоящее время это колоссальное количество тепла не только не используется, но является загрязнителем атмосферы и служит препятствием для пылегазоочистки. В этом случае полезно возвратиться к опыту рекуперации тепла и на новом уровне, в сочетании с закрытыми ваграночными комплексами, перестроить ваграночный процесс, максимально обезопасив его для окружающей среды. Выплавка металла в дуговых печах переменного тока сопровождается большими шумовыми эффектами, выбросами в атмосферу мелкодисперсной пыли и значительными теплотерями. Эта картина существенно меняется при использовании дуговых печей постоянного тока. Работающие, практически бесшумно, они обеспечивают снижение объема пылегазовыделений в 2-3 раза при одновременной экономии энергии до 25%.

Большие резервы в экономии энергетических и материальных ресурсов заложены и в использовании малоэнергоёмких способов очистки промышленных выбросов, среди которых можно выделить микробиологические, сухие способы очистки на тканевых и волокнистых материалах, ионно-обменная технология.

Однако, первостепенной задачей, во всех случаях остается перестройка технологических процессов, всемерно отвечающих в экологической области при минимизации энергопотребления.

УДК 621. 476

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ И ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ГОРЕНИЕМ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП

Гречихин Л.И., Шумский И.П., Рогожинский Ю.А.

Рассмотрены физические принципы работы люминесцентных ламп с учетом последних достижений в области формирования тлеющего разряда. На этой основе проведен анализ различных путей и методов обеспечения оптимальной работы люминесцентной лампы и соответствующих требований к пусковым и регулировочным аппаратам. Показана практическая возможность осуществления технической диагностики и оптимального управления путем одновременного измерения падения напряжения на лампе, разрядного тока и общего лучистого потока. По интенсивности радишумов на различных частотах анализируются: 1) эффективность работы электродов; 2) идентичность работы электродов и 3) состояние плазмообразования в разрядном промежутке.

В результате проведенной работы установлено, что существенную роль в сокращении срока службы ЛЛ служит температурное испарение термоэмис-

сионной пасты. Катодное распыление можно устранить путем использования нестационарного режима работы ЛЛ. Оптимальная частота питания лампы переменным напряжением составляет 10 кГц. В нестационарном режиме реализуется максимальная светоотдача лампы. Электронные ПРА перед холодным пуском должны отрабатывать режим разогрева электродов так, чтобы температура электродов не превышала 1100 К. Уменьшение этой температуры можно достичь путем повышения напряжения в момент зажигания длительностью не более 0,5 мкс. При этом температура электродов не должна превышать 630 К.

Проведенные исследования показали всю перспективность осуществления непрерывной технической диагностики работающих ЛЛ как по внешним параметрам (температура колбы лампы, напряжение питания, электрический ток), так и по внутренним параметрам – температура электродов, концентрация заряженных частиц, температура заселения, температура электронного газа. Особый интерес для целей технической диагностики и оптимального управления представляют радишумы на несущих частотах ~ 200, 400 и 1600 кГц, которые еще предстоит исследовать более подробно.

НОРМАТИВНЫЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЯ

РЕОРГАНИЗАЦИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА С УЧЕТОМ ОСТАТОЧНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ И СЛОЖНОСТИ ОСВАИВАЕМОГО ИЗДЕЛИЯ

Попок Н.Н.

В условиях переходной экономики ресурсосбережение также означает и рациональное использование остаточного от предыдущих реформ технического потенциала предприятия для освоения производства новых конкурентоспособных изделий. Однако зачастую действия предприятий в этом направлении не адекватны их внутреннему состоянию, что приводит к неоправданному расходованию ресурсов и средств. Связано это, прежде всего, с отсутствием объективной методики ревизии остаточного технического потенциала предприятия и рационального выбора изделий для освоения их производства.

Предлагается подход к решению этой проблемы, включающий этапы ревизии технических возможностей предприятия, выбор рационального изделия для освоения его производства, конструкторскую и технологическую подготовку и быстрый запуск выбранного изделия в производство. Ревизия предприятия осуществляется по ограниченному количеству наиболее значимых характеристик, в частности, по сущностной производственно-технической специфике выпускаемых изделий. Для ориентации специалистов в многообразии изделий, выпускаемых предприятиями РБ, разработана их классификация. Приведена, также классификация валов, как наиболее типичных представителей деталей машин, и конструктивных элементов. Обосновано с конструкторской и технологической точек зрения понятие сложности изделия и предложена количественная её оценка по показателю сущностной сложности, который позволяет сравнивать изделия между собой. На этом основана методика выбора рационального изделия для освоения его производства. Приведен пример использования показателя сущностной сложности и составляющих его коэффициентов концептуальной сложности и новизны в станкостроении.

Разработана автоматизированная система технической экспертизы машиностроительного производства, базирующаяся на статистическом анализе применимости деталей и конструктивных элементов, режущих и измерительных инструментов и позволяющая на основе унификации определять рациональный набор объектов реорганизуемого производства.

ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РЕСТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Романюк В.Н., Томкунас Е.В.

Энерготехнологическая перестройка существующих технологий предусматривает создание таких теплотехнологических систем, где энергетическое обеспечение технологического процесса сопровождается минимальными потреблением первичного энергоресурса и воздействием на окружающую среду. В отличие от использования вторичных энергоресурсов, когда имеет место простое соединение теплотехнологических установок с дополнительным оборудованием, энерготехнология предусматривает реструктуризацию теплотехнологического оборудования в сочетании с пересмотром сложившихся технологических потоков и установившихся их параметров при сохранении или повышении качества продукции. В энерготехнологии материальные превращения и их энергетическое обеспечение получают равный статус: технологическая часть работает в режиме, обеспечивающем лучшие показатели энергетической части, последняя, в свою очередь, функционирует в режиме улучшения показателей технологической части. Технологические и энергетические элементы системы неотделимы и только при их совместной работе возможна надежность, энергоэкономичность, наибольшая производительность. При этом характер и масштаб производства определяют специфику энергоиспользования как проектируемых, так и действующих систем.

Обобщение оптимизации энергоиспользования различных теплотехнологий выявило наибольшую действенность интегрированных производств, когда объединяются различные технологические процессы в одной системе. Происходит комбинированный выпуск различных видов продукции, между которыми распределяются общие затраты. Фактически в новом качестве имеет место дальнейшее развитие вторичного энергоиспользования, когда поток энергии, сбрасываемой из одной теплотехнологической установки, утилизируется в другой теплотехнологической установке. Естественно, необходим подбор теплотехнологий, взаимно дополняющих друг друга, сопрягающихся по характеристикам хотя бы одного из сбросных и входных потоков.

В Белорусской государственной политехнической академии разработана методика определения комплекса мероприятий по энерготехнологической перестройке ряда производств, прежде всего, крупнотоннажных, в результате которой КПД увеличивается до 35%. В итоге реализации предлагаемых мероприятий затраты энергии на теплотехнологическую обработку тонны калийных удобрений, асфальтобетонной смеси могут быть снижены на порядок, а затраты окупаются в течение двух лет.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ВЫБОР ПЕРСПЕКТИВНЫХ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОСРЕДСТВОМ МЕТОДОВ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Максимченко Н.Н.

Разрабатывая новые перспективные ресурсо- и энергосберегающие технологии, необходимо правильно выбрать направление и область исследования. В области машиностроения особенно трудно получить своевременный и достоверный прогноз в условиях неопределенности, когда ставится задача спрогнозировать качественные характеристики системы. Выход здесь – в оптимальном симбиозе человека, ЭВМ и методов теории оптимального управления.

При нахождении наиболее оптимальных способов создания эффективных систем основная проблема заключается прежде всего в том, что информация, необходимая для принятия решения, является неточной, неполной, неколичественной, а формальные модели исследуемой системы или слишком сложны, или отсутствуют. Для решения таких задач, являющихся в большинстве случаев многокритериальными, обычно привлекают знания экспертов.

Одним из методов экспертных оценок является метод ранговой корреляции (МРК). МРК позволяет облечь в математическую форму эвристический выбор экспертами компромиссной альтернативы в неопределенной ситуации по комплексному критерию качества. При этом значительно сокращается время принятия решения с одновременным существенным повышением его эффективности.

МРК имеет соответствующую программную реализацию и успешно применяется при решении различных машиностроительных задач. Например, при планировании и организации научных исследований, опытно-конструкторских разработок, при выборе оптимальных вариантов сложных технических систем.

ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Русан В.И., Кузьмич В.В., Гречихин Л.И.

Излагаются основные методы и способы получения и преобразования энергии. На конкретных примерах показано каким образом можно реализовать эти методы и способы на практике в агропромышленном комплексе. Особое внимание уделено: 1) методам энергоэффективного использования традиционных видов топлива, в том числе возобновляемых источников энергии; 2) тепловым и электромагнитным насосам и подробно изложены основные принципы реализации кинетических тепловых насосов; 3) созданию комплексных энергетических систем, в которых различные виды энергии и их ме-

тоды преобразования реализуются одновременно в едином энергетическом комплексе; 4) разработке нетрадиционных видов и преобразования энергии, основанных на реализации слабых взаимодействий; 5) анализу реализации аккумуляторов энергии различных типов и их перспектив применения в агро-промышленном комплексе.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ РЕЗЕРВЫ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

Свирский Д.Н.

Необходимость существенного снижения затрат на создание и эксплуатацию современных производственных систем привела к концепции компактного производства. Компактная производственная система (КПС) представляет собой человеко-машинный комплекс, сочетающий свёрнутость в пространстве и времени с минимальным уровнем структурной и ресурсной избыточности. В основе создания КПС лежит метод выделения функционального инварианта и адаптирующего компонента. Например, в машиностроительной КПС роль инварианта играет нормально функционирующее основное производство, оптимальным образом “настроенное” на серийный выпуск продукции. Роль адаптера исполняют вспомогательные производства: опытное, инструментальное, ремонтное, характеризующиеся единичным выпуском весьма широкой номенклатуры изделий. Все эти подразделения машиностроительного предприятия тесно “генетически” связаны в технологическом и техническом аспектах. Поэтому существует реальная возможность объединить опытное, инструментальное и ремонтное производства в рамках КПС вспомогательного производства предприятия на базе инвариантного парка универсального станочного оборудования. Распространяя подобный подход на решение задачи выбора комплекса технических средств реструктурированного вспомогательного производства, представляется целесообразным применение наряду с универсальными металлорежущими станками (инвариантом) компьютеризированных систем лазерного раскроя (адаптера). Тем самым удастся локализовать чрезмерную структурную и ресурсную избыточность всей производственной системы предприятия в пределах адаптирующего компонента и значительно сократить производственные издержки.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В БЕЛАРУСИ

Конев С.В.

Дефицит топливно-энергетических ресурсов в РБ является сильным стимулом для реализации методических и технических мер энергосбережения, включая альтернативную энергетику. Стратегию в этом определяет Госу-

дарственный комитет по энергосбережению и энергонадзору, курирующий ряд отраслевых и республиканских программ [1].

Лаборатория терморегулирования АНК ИТМО НАНБ имеет также многолетний, реальный опыт в энергосбережении и альтернативной энергетике, основанный на собственных научных результатах и созданной гамме энергосберегающего оборудования, внедренного в различных регионах [2]. Полученный опыт позволил обобщить представленные результаты и определить основные аспекты технической реализации энергосбережения в промышленности и быту [3].

При оценке целесообразности создания и использования рассматриваемой техники учитывались теплоэнергетический эффект, окупаемость, экологическая целесообразность, наличие научной, технической и материальной базы, а также ряд других особенностей.

Систематизация полученной информации позволила определить приоритетные направления развития энергосберегающей техники в сфере энергопотребления. Рассмотрены особенности маркетинга рассматриваемого теплотехнического оборудования.

Приводится описание конкретных конструкций и результатов использования в народном хозяйстве РБ: гелиосистемы, теплообменники, электро-теплоаккумуляторы, тепловые насосы, печи с каталитическим дожигом, грунтовые аккумуляторы, естественные холодильники, нагревательные приборы, сушильные устройства, терморегуляторы и т.п.

Теплотехническое оборудование разработано с использованием элементов интенсификации теплообмена с учетом минимизации стоимости. Часть приборов выпускается мелкими сериями, на ряд устройств подготавливается серийное производство.

Литература

1. Дубовик Л.А. , Конев С.В. Стратегия энергосбережения при эксплуатации зданий (на примере демонстрационного проекта “УСАДЬБА XXI”). Белорусский строительный рынок. № 5, 1996, с. 13
2. Белорусский строительный рынок 1996: №6 стр. 15.; № 7 стр. 15; № 8 стр. 13; № 9 стр. 17; № 10 стр. 17; № 12 стр. 14; № 13 стр. 13; № 14 стр. 13; № 16 стр. 13; № 18 стр. 25; № 20 стр. 23; № 24 стр. 22
3. Конев С.В. Энергосберегающее жилище (базовые элементы). Белорусский строительный рынок. № 1 1996. стр. 13

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КЛИМАТА В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Валуев В.Е., Волчек А.А., Мешик О.П.

Теплоэнергетические ресурсы климата формируются, преимущественно, за счет коротковолнового излучения Солнца. При решении задач рационального природопользования требуется оценить поступление и преобразование солнечного тепла в другие виды энергии, определить его затраты на нагревание почвы, суммарное испарение и фотосинтез растений. Теплоэнергетические ресурсы закономерно распределяются в пространстве и во времени, обеспеченность ими сельскохозяйственных угодий влияет на районирование сельскохозяйственных культур. Прямые актинометрические измерения на территории Беларуси ведутся лишь в нескольких точках, поэтому прикладные теплоэнергетические расчеты для конкретных сельскохозяйственных полей повсеместно не обеспечены экспериментальными данными. Нами предлагается методика косвенного расчета составляющих уравнения теплоэнергетического баланса для любой географической точки Беларуси. На первом этапе определяется суточная инсоляция (I^*) при отсутствии земной атмосферы. Результаты расчетов для Минска приведены в таблице.

Таблица: суточная инсоляция по календарным датам в пункте Минск без учета влияния атмосферы, МЖж/м²

13.I	14.II	21.III	13.IV	29.V	22.VI
5,5	10,4	19,5	26,4	37,0	38,6
15.VII	31.VIII	23.IX	16.X	30.XI	22.XII
37,4	26,3	19,5	13,2	5,5	4,6

Предлагаемые значения инсоляции (I^*) несколько занижены (по сравнению с другими авторами), т.к. в расчетах использовалась фактическая долгота дня, зависящая от местных факторов. На втором этапе устанавливается связь (I^*) с суммарной коротковолновой радиацией (I) ($r=0,997\pm 0,001$). Установлены зависимости величины (I) от косвенных факторов - продолжительности солнечного сияния ($T_{\text{солн}}$) и облачности (O). Для оценки радиационного баланса (B), помимо суммарной коротковолновой радиации, требуется знать величину отраженной радиации ($R_{\text{отр}}$) и эффективного излучения ($E_{\text{эфф}}$). Эти параметры представлены функциями $R_{\text{отр}}=f(A)$ и $E_{\text{эфф}}=f(t_{\text{в}}, t_{\text{п}})$, где A - альbedo поверхности (зависит от суммарной коротковолновой радиации и характера растительного покрова); $t_{\text{в}}$ и $t_{\text{п}}$ - температура воздуха и поверхности почвы, соответственно. Используя результаты исследований, можно рассчитать с достаточной точностью, ту часть, приходящей на земную поверхность солнечной энергии, которая с определенной закономерностью распределяется по территории Беларуси и активно участвует в процессах тепловлагообмена, обеспечивая тем самым получение высоких и стабильных урожаев сельхозкультур.

К ПРОБЛЕМЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ

Лысухо Н.А.

Одной из приоритетных экологических проблем развитых стран является проблема обращения с отходами, так как общество там осознало, что без ее решения невозможно достичь надлежащей чистоты воздуха, почв, грунтов и воды. Анализ зарубежного опыта обращения с отходами свидетельствует, что политика развитых государств направлена по приоритетности на: предотвращение или минимизацию образования отходов; максимальное их использование и экологически безопасное захоронение тех отходов, которые не могут быть утилизированы или переработаны. К настоящему времени в развитых странах сформировалась соответствующая данной политике система обращения с отходами, опирающаяся на действенную законодательно-нормативную базу и государственную поддержку и обеспечивающая сведение к минимуму вредное воздействие отходов.

Рациональную систему обращения с отходами можно представить в следующем виде:

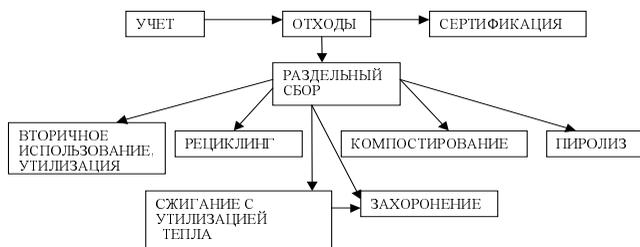


Рис. 1. Структура обращения с отходами за рубежом

В Республике Беларусь система обращения с отходами пока отсутствует. Однако в последние годы сделано не мало для ее формирования, и, в первую очередь, в части нормативного обеспечения. Принят Закон “Об отходах производства и потребления”; внедрена Государственная статотчетность по отходам, введена плата за размещение отходов в окружающей среде; разработаны “Правила обращения с промышленными отходами” и др.

Присоединение Республики Беларусь к Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением требует активизации деятельности по формированию целостной системы обращения с отходами.

ОРГАНИЗАЦИЯ ОЧИСТКИ ГРУНТА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НЕФТЮЮ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ В УСЛОВИЯХ ЛИТВЫ

Янкявичюс К., Люжинас Р., Диджиапетрис А., Кришюнас Ю.

На территории Литвы проводится разведка, добыча, переработка нефти, а также транспортировка её и её продуктов трубопроводным, железнодорожным, морским и автомобильным транспортом. Ежегодно на нашей территории находится в движении более 50 миллионов тонн нефти и нефтепродуктов. Из-за большого износа железных дорог, нефтепроводов и нефтехранилищ вероятность аварийных ситуаций в нефтяном комплексе очень высокая. Интенсивное плавание устаревших нефтетанкеров по Балтийскому морю с неизолированным балластом приводит к нелегальному сбросу балластных вод в открытом море, что влечёт за собой загрязнение побережья. Поэтому, для ликвидации нефтяного загрязнения и очистке загрязненного грунта Министерством окружающей среды в 1997 году было организовано публичное учреждение (ПУ) “Технологии по очистке грунтов” (“ТОГ”), перед которой была поставлена задача внедрить экономически приемлемые для хозяйственных организаций, в условиях перехода к рыночной экономике, методы очистки (природоохранное законодательство Литвы утвердило принцип “Загрязнитель платит”). Анализ существующих методов и систем очистки показал, что самые экономичные и эффективные методы в наших условиях – биологические.

Преобладающей является биоочистка с использованием нефтеокисляющих микроорганизмов. Технологическая схема включает экологическую аттестацию грунта:

- химическую характеристику загрязнителя,
- агрохимический состав,
- микробиологическое состояние.

На очистку грунт поступает со сложным многокомпонентным составом нефтезагрязнений (парафино-нафтеновые углеводороды, олефины и циклоолефины, алкилароматические и алкилдиароматические, полиароматические углеводороды и др.).

Очищаемый грунт размещается на специальной стационарной площадке слоем в 40-45 см или формируется в кучах высотой 2,0 м, шириной 4-5 м с пассивной вентиляционной системой. Грунт обрабатывается минеральными N, P, K удобрениями в количествах, зависящих от исходного агрохимического его состояния. В грунт вносится суспензия нефтеокисляющих микроорганизмов, отобранных в результате ступенчатого скрининга из нефтезагрязненной среды. Нами применяются активные штаммы из родов *Acetobacter*, *Acinetobacter*, *Bacillus*, *Brevibacterium*, *Pseudomonas*, *Trichoderma* и др. Грунт в процессе очистки неоднократно перемешивается (азрируется), при необходимости увлажняется. Ведётся регулярный химический и микробиологический контроль за процессом очистки.

“ТОГ” в течении весенне-летнего периода (при температуре 10-30°C) очищает мазутом загрязненного грунта (25-30 грамм/кг) до 10 000 куб.м. Это

составляет 85% всего очищаемого в Литве грунта. Уровень очистки – 2 грамма/кг грунта.

ПУ «ТОГ», совместно с учёнными Вильнюсского Госуниверситета, Института Ботаники АН Литвы, специалистами НИУ зарубежных стран, проводит работы по поиску новых нефтеокисляющих микроорганизмов, подготовке технологии их применения. Эти работы защищены 9 патентами, 4 совместные работы проходят национальные процедуры для получения патентов.

МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ С ЦЕЛЬЮ РЕСУРСОЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ХИМИЧЕСКОЙ И СМЕЖНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Абаев Г.Н., Чернявский В.П., Кордюков А.В., Спиридонов А.В.,
Урванцев В.В., Белоусов Е.А., Ракитский С.С., Ярмолик О.С.**

В ПГУ накоплен определенный опыт разработки моделей и алгоритмов для компьютеризации с целью ресурсосбережения в химической и смежных отраслях промышленности. Использование соответствующих моделей и алгоритмов посредством традиционных надежных и доступных измерений через современный компьютер позволяет решать обозначенные выше задачи. Рассмотрим основные примеры.

1. Стекловарение. В производстве стекловолокна (ПО «Стекловолокно», г. Полоцк) выход брака составляет 5-15%. При этом теряется и вся энергетическая составляющая, потраченная на эту выработку. Анализ работы стекловаренной печи позволил получить модель брака, который определяется тепловыми полями по стекломассе и газу, расходом и составом шихты, давлением в стекловаренной печи.

2. Гранулирование полиэтилена. Переработка полиэтилена (ПО «Полимир», г. Новополоцк) методом экструзии с целью получения различных марок нередко сопровождается недопустимым снижением индекса расплава и потерей качества. Анализ физического смысла процесса и его статистических данных показал, что индексы расплава (начальный и конечный) могут быть определены через модели и алгоритмы непосредственно по данным работы экструдера.

3. Производство волокна «Нитрон» (ПО «Полимир», г. Новополоцк). Разработаны модели и алгоритмы, позволяющие в любой момент, через составляющие определить основные показатели качества: вязкость прядильного раствора, концентрацию полимера, конверсию мономеров по данным теплового баланса и некоторым текущим замерам.

4. Компьютерная система «Полоцк» для анализа качества нефтепродуктов и решения задач в нефтепереработке и смежных областях. На кафедре «Химическая техника» разработана математическая модель постепенной перегонки нефтепродуктов и различные алгоритмы на ее основе. На этой базе, совместно с заводом «Измеритель», разработана компьютерная система «По-

лоцк», которая по своим техническим характеристикам значительно превосходит известные мировые аналоги.

Таким образом, использование современного компьютера и математических моделей и алгоритмов технологических процессов позволяет существенно изменить аналитический контроль и технологический анализ производства и таким образом решать задачи ресурсосбережения за счет сокращения брака и др.

БИЗНЕС-ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ **Штомпель Б.Н.**

Для природоохранных видов деятельности задачей разработки бизнес-плана является современная и эффективная реализация проекта и его финансовое обеспечение с целью минимизации затрат, необходимых для уменьшения или ликвидации антропогенного загрязнения биосферы.

Составление бизнес-плана, при реализации экологического проекта, дает следующие преимущества:

- побуждает к более активному внедрению прогрессивных экологических решений;
- дает более четкую координацию различных мероприятий по достижению поставленных экологических целей;
- устанавливает показатели деятельности организации или фирмы, необходимых для экологического контроля за выполнением бизнес-плана;
- дает возможность менеджерам определить вытекающие из поставленных экологических целей задачи, которые необходимо решить для реализации проекта;
- делает организацию или фирму более подготовленной к изменениям внешних или внутренних условий и принятию необходимых экологических решений;
- устанавливает обязанности и персональную ответственность менеджеров различного уровня за своевременную и качественную реализацию экологического проекта.

Специфика бизнес-плана экологического проекта состоит в том, что его реализация представляет собой особый вид услуг, связанный с обеспечением охраны окружающей среды, где имеют место проблемы “фирайдера”, квази-общественных благ. Коммерческие особенности экологического проекта включает следующие варианты:

- 1) получение прибыли за счет уменьшения налогообложения при экономном пользовании природными ресурсами;
- 2) получение прибыли за счет реализации продукции из вторичного сырья, как товара производственного или индивидуального назначения;
- 3) получение прибыли за счет реализации продукции, полученной в результате переработки вредных отходов производства;

4) компенсация нормативных экологических затрат на осуществление проекта за счет отнесения их на производимую продукцию;

5) уменьшение убытков от экологического налогообложения и снижения размера штрафных санкций.

Поэтому, экологический проект, в первую очередь, представляет собой особый вид строительных, монтажных, пусконаладочных и сервисных услуг, с другой – обеспечивает возможность получения продукции в виде товаров производственного и индивидуального потребления, с третьей – определяет величину экологических налогов и штрафов. Следовательно, в бизнес-плане проекта экологического назначения денежные потоки, формируемые за счет многих факторов, должны быть полностью учтены по всем направлениям их движения, в том числе в сфере производства, эксплуатации, демонтажа и утилизации и, в случае необходимости, также и реактивация соответствующей территории.

При определении эффективности мероприятий по охране окружающей среды от загрязнений целесообразно производить сравнительную народнохозяйственную их оценку в области: производства, эксплуатации и демонтажа объекта с учетом затрат на его утилизацию и рекультивацию территории.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОПЕРАТИВНОЙ И ОВЕЩЕСТВЛЕННОЙ ЭНЕРГИИ

Гургенидзе И.И.

За последние годы из всех видов ресурсов, потребляемых в с-х. производстве республики, наибольшими темпами росли цены на высококачественные виды энергоносителей, а среди последних - на электроэнергию. Не случайно в условиях стремительного роста цен на энергоносители, штрафов за несвоевременные расчеты за потребленную энергию, дефицита оборотных средств, высокого износа энергетического оборудования многие хозяйства отказались от обогрева животноводческих зданий. Логическим следствием такого направления экономии оперативной энергии явилась интенсификация обмена веществ в организме животных, и, в частности, энергетического обмена, для чего также необходимы затраты энергии. Источником энергии для компенсаторного теплообразования (химической терморегуляции) являются корма. В свою очередь первичным источником энергии для получения кормов является солнечная энергия (97% от всех энергозатрат). Солнечная энергия, усвоенная фотосинтезирующими растениями, является основой получения биополимеров (углеводов, жиров, белков), используемых организмом животных в качестве “топлива” для производства теплопродукции в ответ на снижение температуры в здании. Для получения этого тепла в организме различные белки, жиры и полисахариды распадаются на аминокислоты, жирные кислоты, глицерин, моносахара. Последние в дальнейшем превращаются в небольшие по величине моно-, ди- и трикарбоновые кислоты. Их превраще-

ние замкнуто в цикл, названный циклом Кребса. Именно в нем в результате последовательных реакций ферментативного дегидрирования углеводов и жиров образуется АТФ – универсальное биологическое топливо, используемое организмом для “обогрева изнутри”. Третье направление экономии энергии в животноводстве – строительство зданий с оптимальными теплоизоляционными качествами наружных ограждений. Очевидно, в условиях перехода к рынку выбор экономически выгодных направлений энергосбережения должен сопровождаться оптимизационными расчетами. Исследования показали, что при нынешнем соотношении цен на все виды ресурсов экономически целесообразно при строительстве и реконструкции зданий делать максимальный акцент на экономию дефицитных и весьма дорогих для республики энергетических мощностей, оперативного топлива и энергии и, наоборот, увеличивать термическое сопротивление наружных стен и покрытий, повышать уровень кормления животных. Например, в коровнике на 100 голов следует уменьшить тепловую нагрузку с 80,7 до 2.7 кВт, расход электроэнергии с 47 до 3 тыс. кВт•ч, увеличить термическое сопротивление наружных стен (керамзитобетонные панели) с 0.75 до 1.59 м²•°C/Вт, покрытий (пенопласт) с 1.26 до 2.46 м²•°C/Вт, дополнительно скормить 2.24 тыс. корм. ед концентрированных кормов. При этом приведенные рыночные затраты снизятся с 3898.2 до 1783.7 у.е.

САМООРГАНИЗАЦИЯ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЙ ИНФОРМАЦИОННО–ЭКОНОМИЧЕСКОЙ НАУКИ ПО КРИТЕРИУ ОДНОРОДНЫХ СТРУКТУР

Новиков М.В.

Экономическая наука долгое время оставалась заложницей фатально простой структуры, навязанной еще в 18 веке. С принятием во внимание механизмов положительной и отрицательной обратной связи ученые перестали упрощать экономику и представляют ее уже не в качестве детерминистской, предсказуемой и механической структуры, а как сложную, ресурсосберегающую, многокомпонентную, цельную и постоянно развивающуюся систему.

Традиционная экономическая теория исходила из представлений об убыточном обратном воздействии (ОВ). Хозяйственная деятельность порождает отрицательную обратную связь, которая в свою очередь приводит к прогнозируемому равновесию между ценами и долями рыночного участия. Обычно такая связь способствует стабилизации экономики, поскольку любые значительные изменения компенсируются ими же вызванными следствиями. Высокие цены на нефть в 1970-х годах активизировали меры по экономии энергии, разведку нефтяных месторождений, что, в конечном счете, привело к падению цен на это сырье к началу следующего десятилетия. В соответствии с общепринятой теорией равновесие знаменует собой “наилучший результат”, возможный в данных условиях, т. е. наиболее эффективное использование и

распределение ресурсов.

Однако такая картина сбалансированности часто не соответствует действительности. Во многих секторах экономики стабилизирующие факторы, кажется, не работают. Напротив, положительная обратная связь усиливает последствия небольших экономических сдвигов, а модели, описывающие эти последствия, сильно отличаются от традиционных. Понятие об убывающем ОВ подразумевает наличие единственной для экономики точки равновесия, в то время как механизм положительной обратной связи (возрастание ОВ) делает возможным существование множества таких точек (S_i точек, по Э.Гроуву; точек бифуркации, по И.Р. Пригожину). Нет гарантии того, что то или иное экономическое решение, выбранное из множества возможных, окажется наилучшим. Кроме того, как только некогда случайные экономические события начинают развиваться по определенному пути, сделанный выбор может оказаться “замкнутым”, независимо от преимуществ других вариантов. Если на рынке какой-либо товар или страна “по воле случая” получают преимущество, то они обычно сохраняют или даже укрепляют свое лидерство. Сейчас уже нельзя гарантировать существование прогнозируемых рынков с долевым участием. На протяжении ряда последних лет группой философов-экономистов из НАН РБ и других учреждений развивается взгляд на экономику, исходя из представлений о положительной обратной связи и возрастающем ОВ. Понятие о возрастающем ОВ появилось не менее 70 лет назад, однако к экономике его начали применять лишь недавно, исходя из разработок по однородным структурам (КОС).

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

УДК 621.784

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ КОЛЬЦЕВОГО БОРТОВОГО ОТСОСА

Картавцева О.В.

Для улавливания вредных выделений от гальванических ванн применяются кольцевые бортовые отсосы, эффективность работы которых зависит не только от обеспечения заданного объема удаляемого воздуха, но и от равномерного по длине всасывающей щели удаления воздуха. При неравномерном всасывании большая часть вредностей вблизи осевого сечения ванны не улавливается вследствие того, что спектр скоростей всасывания кольцевого бортового отсоса не захватывает газовый поток в центральной части ванны. В результате этого происходит прорыв вредных выделений в окружающий воздух помещений.

Предлагаемый новый вид локализованного бортового кольцевого отсоса представляет собой относительно несложную конструкцию, которая заключается в следующем. Гальваническая ванна заключается в металлический кожух, стенки и днище которого располагаются параллельно стенкам и днищу ванны. Загрязненный воздух проходит в пространстве между стенками ванны и кожуха и удаляется по воздуховоду, присоединенному к днищу кожуха. Причем поворот воздуховода под прямым углом осуществляется не сразу. Перед поворотом оставляется прямой участок длиной не менее трех диаметров воздуховода для успокоения возмущенного воздушного потока, что обеспечивает надежное равномерное всасывание вредных паров по всему периметру кольцевого отсоса.

Кроме того, ванна оборудуется сверху укрытием, которое предотвращает прорыв вредных веществ в окружающий воздух помещения. Для подсоса наружного воздуха в центре укрытия выполняется круглое отверстие.

Выводы: 1) полное улавливание вредных выделений от растворов в ванне может осуществляться конструктивно просто и экономически эффективно при помощи укрытия, установленного в дополнение к кольцевому бортовому отсосу; 2) удаление загрязненного воздуха через воздуховод, присоединенный к днищу кожуха, позволяет добиться равномерности всасывания по всему периметру ванны; 3) при помощи уменьшения пространства, через которое может происходить прорыв вредностей в окружающее помещение, достигается уменьшение расхода отсасываемого воздуха, а следовательно, и экономия затрат электроэнергии.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КАТИОННЫХ ФОРМ НЕКОТОРЫХ 3d-МЕТАЛЛОВ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Телущенко Е.А., Кириллов А.М., Копылов М.Н., Басв А.К.

Одной из неперемных составляющих усовершенствования современных технологических процессов является проведение ресурсосберегающих мероприятий, одновременно направленных на повышение уровня экономической эффективности и экологической безопасности. В частности, актуальной является задача выделения и регенерации содержащихся в сточных водах большинства промышленных предприятий ионов 3d-металлов. С этой целью широко применяют методы сорбции, осаждения, электродиализа, ионного обмена и мембранного отделения. Для увеличения эффективности этих процессов необходимо располагать сведениями о формах нахождения указанных выше металлов в водных растворах при различных концентрациях и в широком интервале значений pH.

В связи с этим, нами предложена методика и проведен расчет диаграмм распределения катионных форм Al(III), Fe(III), Cr(III), Sc(III), Co(II), Ni(II), Cu(II), Zn(II) на основании экспериментальных данных по их диализу через полупроницаемую мембрану. Установлены области pH и $[\text{OH}^-]/[\text{M}^{n+}]$ доминирования аква-, моногидроксо- и полиядерных гидроксокомплексов в растворах и перехода их в состав осадка. Рассматривается гомо- и гетерополиядерный гидролиз в некоторых бинарных системах, предложены схемы этих процессов. Установлено, что определяющую роль в процессах полимеризации играют моногидроксоформы M(III) и акваформы M(II).

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ БЕЗОТХОДНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ШЛАМОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ ОАО “ЭЛЕКТРОМОДУЛЬ” (Г. МОЛОДЕЧНО)

Пешенко А.Д., Клевченя Д.И., Марковник В.С., Курсевич В.Н., Бачило В.В., Няненков В.М.

Целью данной работы является разработка способов и условий модифицирования железосодержащих шламов для получения на их основе пигментов, отвечающих требованиям на их применение.

На ОАО “Электромодуль” используется очистка стоков с помощью ферроферригидрозоля по технологии фирмы “Инеко”.

Данные по катионному составу исследованных железосодержащих шламов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Элемент	Cu	Zn	Ni	Fe	Mn	Cr	Ca	Na
Содержание, %	1,73	0,38	0,21	36,0	0,63	6,41	1,83	0,25

Рентгенофазный анализ образцов показал, что высушенные при 120 °С шламы представляют собой в основном аморфный гидроксид железа с включениями небольшого количества кристаллической фазы в виде $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Для образцов, прокаленных при 800 °С, основной фазой является кристаллическая $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$.

Для решения вопроса о возможности захоронения шламов на полигонах твердых бытовых отходов были проведены исследования по растворимости в воде образцов шлама, высушенного при 120 °С и прокаленного при 800 °С. Данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в промывных водах

Элемент	Концентрация в воде, мг/л	
	Высушенный при 120 °С шлам	Прокаленный при 800 °С шлам
Cu	0,002	0,013
Zn	0,0034	0,0045
Ni	0,030	0,083
Cr	1,328	256,8
Fe	0,158	0,019

Разработаны ТУ РБ 100235722.112.-2000 на пигмент и технологический регламент на его производство и наработана опытно-промышленная партия пигмента.

В докладе обсуждаются полученные результаты.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОБОЧНОГО ПРОДУКТА ДОБЫЧИ НЕФТИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Пикулин И.А., Снопков В.Б.

Древесностружечные плиты (ДСтП) широко применяются как в мебельной промышленности, так и в строительстве. Наряду с физико-механическими свойствами ДСтП немаловажным показателем является также их токсичность. Нами предлагается способ изготовления ДСтП, позволяющий повысить показатели качества плит, а также снизить содержание свободного формальдегида в них. Данный способ основывается на модификации поверхности древесной стружки полиметаллическим водным концентратом (ПВК). ПВК - это водносолевой рассол, который является побочным продуктом, извлекаемым из нефтяных месторождений, на территории Гомельской области. Химический состав его очень сложный и включает более 30 анионов и катионов, основными из которых являются: K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Zn^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} . Было уста-

новлено, что активирующая обработка древесины ПВК способствует увеличению критического поверхностного натяжения, улучшению смачивания поверхности древесины смолой и, как следствие этого, приводит к получению более прочного клеевого соединения. В результате происходит увеличение предела прочности при статическом изгибе на 15-20%, предела прочности на растяжение перпендикулярно пласти плиты – на 10-15%; снижение величины разбухания на 15-20% по сравнению с плитами полученными из необработанной стружки. Кроме того применение ПВК позволяет увеличить долю мягких отходов деревообработки и лесопиления в сырье для производства плит.

В ходе дальнейших исследований было установлено позитивное влияние ПВК на снижение токсичности в ДСтП. При использовании ПВК в качестве модификатора для древесной стружки заметно снижается содержание свободного формальдегида в готовых плитах (на 25-50%). Объяснением это явления, на наш взгляд, может служить углубление процесса поликонденсации карбамидоформальдегидной смолы (КФС) в присутствии ПВК.

На основании выполненных исследований были разработаны технологические режимы обработки, сушки обработанной стружки и горячего пресования ДСтП с применением ПВК. Получено также оптимальное соотношение в системе “древесная стружка -КФС-ПВК”. Данная технология была успешно апробирована на ОАО “Речицадрев”. Результаты испытаний промышленных образцов полностью подтвердили положительный эффект, полученный при лабораторных исследованиях.

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ВОДНОДИСПЕРСИОННЫЕ КРАСКИ НА ОСНОВЕ СТИРОЛАКРИЛОВЫХ СОПОЛИМЕРОВ

Тур Э.А., Зинович З.К., Халецкий В.А., Верулейшвили Ф.А.

Усиление контроля за загрязнением окружающей среды и экологическая обстановка в мире в последние годы повысили популярность водно-дисперсионных красок для отделок фасадов зданий. В качестве пленкообразующего для таких красок наиболее распространены акриловые, стирол- и винилакриловые сополимерные дисперсии. Полиакрилаты способны образовывать трехмерные структуры, поэтому лакокрасочные покрытия на их основе характеризуются повышенной стойкостью к фотоокислительной деструкции, способны выдерживать значительные механические нагрузки, обладают высокой химической стойкостью. Для наружных работ наиболее целесообразно использовать чисто акриловые пленкообразующие. Однако такие дисперсии дороги и часто недоступны среднему классу покупателей. Поэтому особый интерес представляет создание лакокрасочных покрытий на основе более дешевых пленкообразующих, а именно, стиролакриловых сополимеров.

Были разработаны составы для фасадных красок на основе стиролакрилового связующего (полимерная дисперсия Акронал-290D, BASF) и кальцитовых наполнителей. В качестве белого пигмента использовался оксид титана

на (II) рутильной формы (R-706, Du Pont). Адгезия красок к бетону составила 1.44-1.52 МПа, к штукатурке - 2.10-2.22 МПа; стойкость к статическому воздействию воды - 60-96 ч; коэффициент паропроницаемости - 0.08 мг/м²·ч·Па; условная светостойкость (изменение коэффициента диффузного отражения) - 0.81-0.90%; устойчивость к воздействию переменных температур - 50 циклов (адгезия $A_{50}=A_0$). Также были проведены годовичные испытания покрытий на стойкость к воздействию климатических факторов в аппарате искусственной погоды. Этот показатель составил 100 циклов (адгезия $A_{100}=0.9A_0$), что соответствует 10 условным годам эксплуатации покрытия в климатических условиях средней полосы. Важным преимуществом разработанных красок является отсутствие миграции из них в окружающую среду в процессе эксплуатации покрытия низкомолекулярных компонентов.

Таким образом, применение стиролакриловых сополимеров в качестве пленкообразующих в красках для наружных работ являет собой разумный баланс между ценой, качеством и долговечностью при сохранении высоких экологических показателей.

РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Панасюгин А.С., Бондарева Г.В., Цветков А.Е.

В настоящее время практически единственным методом, позволяющим очищать сточные воды от нефте- и маслопродуктов до уровня ПДК независимо от их химической устойчивости и без внесения в воду каких-либо вторичных загрязнений, является сорбция. Этот безинерционный равновесный процесс успешно используется как в условиях нормальной эксплуатации, так и при ликвидации аварий. В этой связи весьма актуальным является правильный выбор сорбционного материала для решения конкретных производственных задач.

Гранулированные активированные угли (АУ) и волокнистые активированные углеродные материалы, выполненные в виде ткани, войлока, жгута и других текстильных форм являются одними из лучших сорбентов для очистки воды от нефтепродуктов. Процесс изготовления АУ весьма дорогостоящ и может быть оправдан при условии многократного использования, что возможно лишь при их эффективной регенерации.

Термической активацией глинистых минералов смешанных с органическими веществами (сапропели, целлюлоза, льняная костра и др.) можно получить высокоактивные крупнопористые гранулированные алюмосиликатные сорбенты (САГ). Помимо низкой стоимости преимуществом этих сорбентов является их высокая прочность, а также возможность выступать не только в качестве сорбента, но и после реализации сорбционной емкости, играть роль фильтрующей загрузки. К положительным свойствам данных материалов следует также отнести возможность многократной термической регенерации.

Экспериментальная проверка показала, что при проведении процессов очистки сточных вод, содержащих нефтепродукты в больших концентрациях целесообразно использование макропористых алюмосиликатных сорбентов, а на стадии доочистки до норм ПДК наиболее эффективно применение активированных углей и углеродных волокнистых материалов.

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ В ТОРФО-НЕФТЯНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ И ВЯЖУЩИХ НА ИХ ОСНОВЕ

Битюков Н.Н., Терентьев А.А., Ермак А.А., Ткачев С.М.

При частичной замене нефтяной составляющей на торф возможно получение вяжущих материалов с необходимыми эксплуатационными показателями. Это объясняется близостью строения некоторых компонентов, входящих в их состав. В первую очередь это битумы торфа и асфальтены нефти.

Проведено изучение состава и структуры торфо-нефтяных композиций, выполненное при помощи оптической и электронной микроскопии, а также ЭПР спектроскопии. Установлено, что такие композиции представляют собой сложную дисперсную систему, в которой торф, наряду с асфальтенами, карбенами и карбоидами играет роль одного из компонентов дисперсной фазы и активно взаимодействует с дисперсионной средой, частично растворяясь в ней. Существенное влияние на структуру и свойства такой дисперсионной системы оказывает групповой состав торфа и нефтяного компонента, условия их предварительной подготовки и приготовления вяжущего.

Высокая адсорбционная способность частиц торфа по отношению к маслам (дисперсионной среде) приводит к их связыванию и тем самым уменьшению подвижности торфо-нефтяной композиции в целом. Следует учитывать, что воска и смолы торфа экстрагируются из него в углеводородную среду, что влияет на структурно-реологические свойства композиций и технологические показатели вяжущих на их основе.

ELECTROTECHNICAL WASTE

Subocz Lech

Functioning of any economical system is closely connected with producing and using various materials, raw materials and fuels. Utilization of waste materials and products in recycling processes has become quite serious problem recently. The wastes are produced during many processes in many national sectors (i.e. industry, agriculture, transport, etc.). Considering electrotechnology we may state that the main attention is paid to metal and plastic waste. Electrotechnical industry's contribution in waste production has not been such significant so far, however quite considerable raise of this waste can be expected soon, followed by the increase of

heavy to manage electrotechnical waste. In 1998 the dumping grounds in Germany received about 800,000 tones of electrotechnical waste including 2700 of TV sets, 1100 of video sets and 28000 tones of various electrotechnical elements. In the same time, the glass-plastic heavy-to-recycle waste show the increase by 13.5%, whereas the materials useful for sorting show the increase only by 9%. The electrotechnical waste has to be sorted and that has imposed to distinguish few groups according to the ways they can be recycled:

- iron and other metals,
- technical plastics,
- wires, plugs and sockets,
- galvanic cells,
- glass and printed boards.

Those elements are recovered during sorting and disassembling electrical tools or devices delivered to dumping points. The amount and as an example, let us consider the amount of 1 tone of printed boards. The structure of elements vary according to type of tools or device sorting process allows to separate the following, several valuable semiconductors (gallium, indium, thallium, germanium, silicium, arsenium, antimonium, selenium, tellurium), about 40 different plastics (mainly polyester, epoxy or phenolic resins) of total weight about 300 kg, several metals, e.g. copper (100-200 kg), iron (50-100 kg), lead (10-50 kg), nickel (10-30 kg), silver (0,5 - 3 kg), palladium (40-300 g), gold (3-10 g). Electrical devices containing harmful chemical substances seem to cause particular troubles when concerning safety of utilization process in veiw of natural environment protection. These substances are freon and oils used in fridges or freezers, saturant from electrolytical capacitors, electrolytic mass from chemical cells, etc. The system of waste collecting has been permanently modified using all previous experiences. Until recently, more of wastes has been delivered to dumping grounds (about 78% in Europe). However, the dumping grounds get larger every year and the costs of their maintainance increase. Although that waste does not contain so many substances enviromentally harmful this method of waste utilization cannot be accepted for future. There has been a program developed aiming at recovering energy or raw materials from waste for further recycling or decomposing them into simple compounds. The final step of waste utilization should follow the preparation for recycling (collecting, sorting, cleaning, etc.). It seems to be the most difficult step of waste management, as it requires efficient activities to be undertaken at place of waste origin. Communal waste appear to be particularly troublesome stuff. Successful solution of that problem is essential as the communal waste contains quite considerable amounts of valuable materials (e.g. 73% of plastics can be found in communal waste). It seems much easier to recover some of waste by introducing several legal regulations.

ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ДИСПЕРСНО-ИЗМЕЛЬЧЕННОГО УГЛЯ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРАЦИЕЙ НА ПОРИСТЫХ ТИТАНОВЫХ МЕМБРАНАХ

Шабловский В.О., Полуян А.Ф., Лысенко Ю.Ю.

Коллоидно-дисперсный уголь часто используют в технологии многих химических и фармацевтических производств в качестве сорбента для очистки водных растворов синтезированного вещества от оставшихся после синтеза в реакционной смеси ионов или соединений. Последующая фильтрация таких дисперсных систем производится, как правило, на одноразовых фильтрах и требует определенных экономических затрат. В данном сообщении представлены результаты исследования электрофильтрации дисперсной системы вода-уголь на пористых титановых мембранах с размером пор 40-100 мкм. Мелкодисперсный уголь с размером частиц 50-10 мкм, влажность 34,95%, pH - нейтральный используется на био заводе г. Несвижа для очистки лекарственных препаратов от примесей. Электрофильтрацию производили на установке, позволявшей регенерировать мембрану противотоком дистиллированной воды, с целью оптимизации режима фильтрования в зависимости от перепада давления по обе стороны фильтра, знака и напряженности приложенного электрического поля к титановой мембране.

Было установлено, что наилучший режим фильтрации наблюдается на мембране с размером пор 40 мкм как при отрицательном потенциале, так и положительном. Производительность очистки составила для оптимальных режимов 0,06 и 0,53 м³/мин. на м² поверхности соответственно при отрицательной и положительной напряженности поля на мембране. Степень очистки 98,6% была определена по выпариванию 1 литра фильтрата.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СОРБЕНТОВ ЦМП И ЦФБ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ОТХОДОВ ПО “ПОЛИМИР”

Шабловский В.О., Тикавый В.Ф., Полуян А.Ф.

Сорбент типа ЦМП получен из отходов цеолита К-3А ПО “Полимир” путем термической и щелочной активации и ЦФБ с дополнительно обработкой фосфорсодержащими реагентами.

Данные материалы являются высокоселективными неорганическими сорбентами, предназначенными для поглощения из минерализованных водных растворов радионуклидов цезия и стронция.

Они являются химически стойкими в пределах pH 3-10 термически при температуре до 600-650 °С. Физико-химические свойства позволяют использовать их в щелочных растворах, растворах, содержащих ПАВ и комплексоны.

Показано, что по своей селективности сорбенты ЦФБ на два порядка

превосходят природные цеолиты типа клиноптилолита и сопоставимы с искусственным цеолитом А-51 фирмы Доу-Кемикал (США). Установлено, что с помощью гранулированного ЦФБ можно очищать до санитарных норм по радиостронцию около 600 колоночных объемов и около 1300 колоночных объемов от радиоцезия водных растворов среднего уровня активности.

Сорбенты ЦМП позволяют очистить от радионуклида цезия высокоскоростном режиме около 4000 колоночных объемов с коэффициентом очистки больше двух.

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КАТИОНИТОВ НА ОСНОВЕ ТОРФО-НЕФТЯНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Покровская С.В., Ткачёв С.М., Ляхнович Л.М.

В настоящее время теория и практик ионного обмена в гетерогенных системах продолжает усиленно развиваться. В последние годы проведены многочисленные исследования по синтезу новых ионитов, содержащих в дегидратированном состоянии каналы и поры, ограниченные уплотнённой структурой сетчатого полимера. Катализ на ионитах представляет интерес в связи с простотой отделения катализатора в жидкофазном процессе.

В Полоцком государственном университете на кафедре химической технологии топлив и углеродных материалов разработан метод получения катионита путём обработки концентрированной серной кислотой нефтяных продуктов (отходов производства сульфонатных присадок, тяжёлой смолы пиролиза), смешанных в определенных соотношениях с торфом. Катиониты имеют статическую обменную емкость по 0,1 к раствору КОН 3,7 - 4,2 мг экв/г.

Для исследования катионита применяли основные приёмы стереологического анализа, позволившие провести непосредственную реконструкцию пространственной структуры (минимальное разрешение 0,5мкм). Исследование выполнялось с использованием микроскопа Axiovert-10 при увеличении до 1000 крат в естественном и поляризованном свете. Шлифы изготовляли на компактных частицах по принятой в металлографии методике.

Каталитические свойства катионита изучали на реакции алкилирования фенола тримерами пропилена - сырья для производства присадок к смазочным маслам. В продуктах реакции не обнаружено алкилфенольных эфиров. Побочные реакции протекают в значительно меньшей степени. В отличие от кислоты катионит не образует с тримером сульфозэфиров, а с фенолами сульфонов. Показано, что алкилирование фенола осуществляется с достаточно высоким выходом.

Разработка сравнительно дешевой технологии получения катионитов с хорошими каталитическими свойствами имеет большое практическое значение и может найти применение в промышленности.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЛОКАЛЬНОЙ РЕАГЕНТНОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД СВЕТЛОГОРСКОГО ЦЕЛЛЮЛОЗНО- КАРТОННОГО КОМБИНАТА (ЦКК)

**Ручай Н.С., Маркевич Р.М., Гриц Н.В., Айвазов Ю.В., Кузьмина О.Н.,
Рамановская Е.В.**

АО «Светлогорский ЦКК» не имеет собственных очистных сооружений. Стоки ЦКК направляются для полной очистки на механо-биологические очистные сооружения ПО «Химволокно». Из-за загруженности очистных сооружений регламентирован предельный уровень загрязненности стоков ЦКК, принимаемых на очистку. В связи с этим возникла необходимость стабилизации уровня загрязненности стоков ЦКК путем их предварительной частичной очистки с минимальными капитальными и энергетическими затратами.

Для решения этой задачи исследовали состав стоков основных цехов Светлогорского ЦКК, используя стандартные методы определения общепринятых показателей загрязненности сточных вод. Объектами исследования являлись волоконсодержащие стоки, стоки кислотного отделения, картонно-бумажного производства, а также общий сток предприятия.

Результаты исследования показали, что сточные воды Светлогорского ЦКК содержат большое количество взвешенных веществ, в стоках присутствуют коллоидно-растворенные вещества, в больших количествах находятся серосодержащие соединения. Такой состав стоков предопределяет целесообразность предварительной реагентной очистки. Этот прием широко используется в мировой практике на предприятиях целлюлозно-бумажного профиля. Экономическая эффективность процесса определяется природой и дозой применяемого реагента, а также свойствами формируемых осадков и возможностью их дальнейшей переработки и утилизации.

В качестве реагентов для осветления стоков использовали глинозем, флокулянты катионного типа КФ-91 и ВПК-402, а также активный ил очистных сооружений ПО «Химволокно». Для разных видов стоков подобраны оптимальные условия с точки зрения эффективности осветления, исследованы свойства формируемых осадков. Предложена схема локального осветления отдельных видов стоков и даны рекомендации по дальнейшему использованию осветленной воды и осадков.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ЛЕСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Будека Ю.Ф., Новиков О.А., Павлович А.В., Подлозный Э.Д.

На лесохимических заводах образуется значительное количество высококонцентрированных производственных вод (ПСВ), содержащих большие количества скипидара и канифоли (смолистых веществ). Эти ПСВ характери-

зуются следующими основными показателями (мг/л): химическое потребление кислорода (ХПК) 12000...20000, взвешенные вещества 1800...5500, фосфаты 70...180, железо 40...130, плотный осадок 15000...30000, при температуре 50...70 °С и значении рН 3,5...10,3.

Для очистки рассматриваемых ПСВ предлагают биохимический и физико-химические способы, в частности, озонирование. Серьезным недостатком биохимического способа является чувствительность его к повышенному содержанию в ПСВ трудно разрушающихся биохимическим путем скипидара и канифоли, что приводит к отмиранию активного ила в очистных сооружениях. В тоже время, для достаточно полного разрушения скипидара и канифоли требуется доза озона 300...800 мг/л. При его недостатке в ПСВ накапливаются продукты неполного окисления органических веществ, что приводит к увеличению ХПК в 1,5...2 раза. Серьезным препятствием для применения озона является высокий расход электроэнергии для его получения (около 20 кВт•час на один кг озона).

Нами разработана технология очистки ПСВ производства скипидара и канифоли, исключаяющая использование окислителей и связанных с этим сложностей и затрат. Сущность технологии состоит в том, что очистку ПСВ проводят ступенчато с использованием хорошо зарекомендовавших себя процессов.

На первом этапе, с использованием гравитационных способов удаляют основную массу (60...70%) тонущих и всплывающих загрязняющих веществ, далее отстаиванием и флотацией доводят их содержание до 40...120 мг/л. При этом, ХПК без применения окислителей (озона) снижается до 1000...1500 мг/л. Доочистку предварительно очищенной ПСВ проводят на механическом и сорбционном фильтрах.

Разработанная технология позволяет снизить энергозатраты на очистку сточных вод лесохимического производства в 2...4 раза (по сравнению с рекомендуемым озонированием и стандартными технологиями).

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ФРЕЗЕРНОГО ТОРФА – “ЭКОТОРФ”

Зюзин Б.Ф., Короленко Г.Т., Хазов Ю.Д.

Одним из наиболее перспективных материалов для решения проблем охраны окружающей среды является торф, композиция и продукты на его основе благодаря тому, что применению этих веществ способствует довольно низкая цена, простота технологии их добычи, отсутствие токсичности, наличие достаточно широкой сырьевой базы. На рис. 1 приведен общий вид комплекса оборудования для реализации способа получения торфяного материала для производства нефтепоглощающих сорбентов. Фрезерный торф транспортным средством 1 подают в грохот 2, где происходит рассев материала по размерам фракций. При этом фракция частиц с размером более 2,5 мм удаля-

ется, а отобранный торф размером частиц до 2,5 мм через систему вертикальных и горизонтальных конвейеров 3-7 попадает в сушильную установку, которая включает сушилку 9, шлюзовые затворы 8, теплогенератор 10, циклон 11 и вентилятор 12. Роль вентилятора и циклона - удалить из общей массы торфа на входе в сушилку частицы торфа с размером менее 0,5 мм, которые существенно снижают его сорбционную емкость. Далее торф подвергают термическому удару и посредством системы конвейеров 13, 16-18 подают в бункер - накопитель 19 и оттуда конвейером 20 в упаковочную машину 21. Готовый продукт конвейером 22 транспортируют в склад. Торф из циклона 11 конвейером 14 выгружается в контейнер 15 для использования в других целях. Полученный торфяной материал может использоваться как полуфабрикат для производства сорбентов, а также как естественный нефтепоглощающий сорбент.

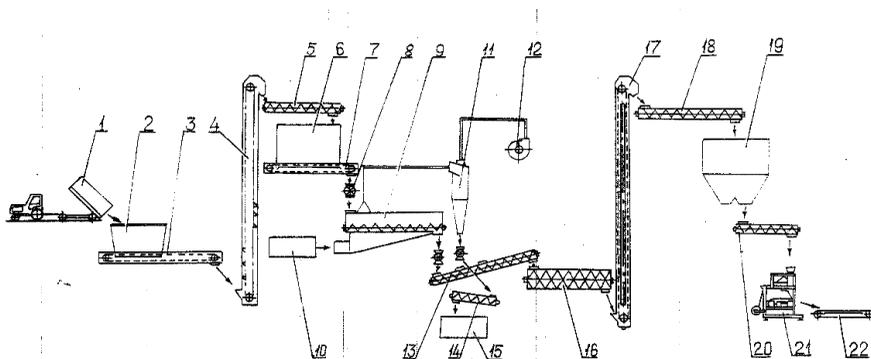


Рис. 1.

В 1998-1999 годах выполнены научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по отработке технологии и освоению производства сорбентов на основе торфа на предприятиях концерна “Белтопгаз”.

СТЕНДОВЫЕ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕТРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА С УЧЕТОМ МИКРОРЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ И УСЛОВИЙ ВЗАИМОВЛИЯНИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Андрижиевский А.А., Ильяхин Ю.Д., Лукашевич А.Г., Новаш Л.В., Трифонов А.Г.

Параметры эксплуатации ветроэнергетических установок существенно зависят от локальных газодинамических и морфологических характеристик окружающей среды.

На практике, как правило, для оценки ландшафтных особенностей производится коррекция значений фоновой скорости ветра в виде интегральных поправочных коэффициентов, учитывающих, например:

- относительное превышение места расположения ветроустановки над прилегающим ландшафтом;
- влияние формы прилегающих естественных и искусственных рельефообразований.

В большинстве случаев указанные поправочные коэффициенты носят приближенный характер. В связи с этим появляется необходимость в оценке локальных характеристик ветрового потока с учетом микрорельефа местности и условий взаимовлияния динамических параметров ветроэнергетических установок.

В данной работе представлен программный комплекс WIND_INSTALL, предназначенный для описания локальных характеристик ветрового потенциала и интегральных энергетических параметров ветроэнергетических установок различного типа.

На базе данного программного комплекса выполнена серия тестовых вычислительных экспериментов по моделированию локальных атмосферных параметров и энергетических характеристик ветроэнергетической установки роторного типа для условий ее размещения на площадке в районе г. Дзержинска Минской области.

Реализация программного комплекса WIND_INSTALL позволит с большей достоверностью определять энергетические характеристики ветроустановок, а так же выработать рекомендации по оптимальным условиям их эксплуатации.

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРСЫРЬЯ БИТУМНЫХ МАТЕРИАЛОВ СТАРОГО КОВРА КРОВЛИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ОХРАНУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Устинов Б.С.

Более чем на 70% всех жилых, общественных, промышленных и сельскохозяйственных зданиях возведены совмещенные невентилируемые крыши с рулонными кровлями, которые эксплуатируются уже более чем 40 лет. По существу, совмещенные крыши на зданиях сейчас представляют собой кладовые с огромным запасом ценнейшего битумосодержащего сырья на них. Ведь только в одном квадратном метре старой многослойной рулонной кровли содержится от 15 до 50 и более килограммов битума, а также различных наполнителей (макулатура, древесные опилки, тальк - составляющие рубероида).

В Беларуси ежегодно ремонтируется с полной сменой покрытий в среднем 1-1,1 млн.м.кв. мягких кровель. Годовой объем битумосодержащих отходов, удаляемых с покрытий слоев кровли толщиной только 4-5 см. составляет 44-45 тыс.м.куб. При объемной массе битумосодержащего сырья 1,3 т/м.куб. ежегодно сжигают или выбрасывают в отвал более 58 тысяч тонн (1000 вагонов) дефицитного битума. При этом наносится огромный урон окружающей природной среде, отчуждаются земельные угодья под свалки, загрязняется атмосферный воздух.

Поскольку в практике неизвестны способы переработки и утилизации кровельных отходов, то аналогичная проблема существует и в России, Украине, Казахстане и других странах СНГ, где здания возводились по общесоюзным типовым проектам с совмещенными крышами и рубероидными кровлями на них.

В Брестском политехническом институте разработаны технологии и машины для механизированного удаления старых рулонных кровельных ковров с последующим измельчением их отходов в порошок, которые вторично могут быть использованы как связующий материал в различных битумосодержащих смесях.

Битумосодержащие кровельные отходы – это ценнейшее сырье, вторичное использование которого позволяет реально создать резерв неиспользуемых природных ресурсов, улучшить экологию и получить большой экономический эффект.

УДК 677.11.021.16/022 : 677.08

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОЛУЧЕНИЯ ЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

Коган А.Г., Буткевич В.Г.

На кафедре ПНХВ ВГТУ предложен способ и разработана технология получения пряжи большой линейной плотности с использованием отходов

льняного волокна.

Сущность предлагаемой технологии заключается в следующем. Предварительно разработанное и подготовленное льняное волокно смешивается в требуемой пропорции с химическими волокнами и затем перерабатывается по аппаратной системе прядения, т.е. проходят операции расщипывания, кардочесания и прядения.

В качестве отходов льняного волокна использовалась вытряска №4 и №6, а также концы пряжи. Предварительная подготовка вытряски заключалась в обеспечении и очистке на модернизированной щипальной машине. Подготовка концов пряжи заключалась в отбраковке (ликвидация узлов и сукрутин), разработке в волокно на концервальной машине, очистке на модернизированной щипальной машине.

При реализации предлагаемой технологии была проведена модернизация щипальной машины, заключающаяся в интенсификации воздействия рабочих органов на волокно путем установки дополнительных зон разработки, а также в изменении характера этого взаимодействия через усовершенствование профиля зуба.

Использование математического аппарата планирования эксперимента позволило определить основные параметры технологического процесса как подготовки волокон, так и формирования пряжи.

Данную технологию предполагается внедрить в производство на базе ОАО «Витебские ковры» для замены основных и уточных нитей в основе ковровых покрытий. Предполагаемый экономический эффект от внедрения данной технологии составит 2355 тыс. белорусских рублей в ценах на 1.04.2000 года.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ХРАНИЛИЩ ДАННЫХ И ВИТРИН ДАННЫХ, ИНТЕГРИРОВАННЫХ С INTERNET, ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМ НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Игнатовский М.И.

Разработка проектов, решающих проблемы ресурсосбережения, должна включать в себя этап поиска и отбора информации об исследованиях, проведенных специалистами в изучаемой области знаний, уже применяемых современных технологиях, ориентированных на достижение максимально эффективного использования энергоносителей, сырьевых ресурсов, окружающей среды. Для объективной и оперативной помощи учёным необходима организация информационных систем, обеспечивающих быстрый и удобный доступ к информации, её поиск, классификацию и отбор. Использование таких достижений информационных технологий, как сетевые базы данных (БД), базы знаний и информационные сети, значительно ускоряет темпы разработки

проектов.

Глобальная информационная сеть Internet решает проблему удалённого доступа к информационным ресурсам – сайтам и сетевым БД. В рамках всемирной информационной сети осуществлено множество методов поиска интересующей пользователя информации. Однако, исследователь, пользующийся традиционными службами поиска в Internet, получает на свой запрос выборку информации чаще всего упорядоченную по количеству обращений к ней. Таким образом, при использовании принципов полнотекстового поиска и недостаточности индексации информации по хорошо продуманным классификаторам необходимая информация может оказаться потерянной. Одним из способов ускорения поиска научных данных является тематическое разбиение информационного пространства.

Хранилища данных (ХД) могут быть определены как: предметно-ориентированные, интегрированные, неизменяемые, поддерживающие хронологию наборы данных, организованные для целей поддержки управления, обеспечивающего пользователей достоверной информацией, необходимой для оперативного анализа и принятия решений. Витрина данных (ВД) - специализированное ХД, обслуживающее одно из направлений деятельности организации., М. Демарест в работе «Построение Витрин Данных» предложил объединить две концепции и использовать ХД в качестве единого интегрированного источника данных для ВД. Организация ВД может быть удачным способом быстрого решения задачи создания тематических БД (или баз знаний), содержащих научно-техническую информацию. ВД могут быть посвящены не только специальным отраслям наук, но и предоставлять доступ к информации по смежным специальностям, которые входят в область интересов разработчиков инновационных проектов в области ресурсосберегающих технологий.

В течение 1998-1999 годов ОНИЛ информационных технологий и средств телекоммуникаций осуществлялось создание ХД нормативно-справочной и научно-технической информации. Были разработаны: система информационной поддержки деятельности администрации университета на основе архива электронных документов и информационно-поисковая система, обеспечивающая доступ к нормативно-справочной и научно-технической информации документального электронного архива. На основе ХД университета Отдел проблем ресурсосбережения НАНБ осуществил разработку ВД, позволяющую производить поиск научно-технической информации в области ресурсосберегающих технологий. ВД научно-технической информации построена с применением виртуального складирования данных. ХД включает в себя файловый сервер, WWW сервер и сервер БД. Сервера могут быть установлены как на одном, так и на нескольких компьютерах. Выбор конфигурации зависит от требований, предъявляемых к производительности системы. Метаданные представляют собой регистрационную карточку документа. Под регистрационной карточкой понимается объект данных, содержащий определённый набор, описывающий документ данных - регистрационных характеристик. С регистрационной карточкой связаны документы (информационные ресурсы). Средой доступа к ХД являются Internet и Intranet. Простой и удоб-

ный интерфейс рабочих мест пользователя и средства взаимодействия с прикладными программами разрабатывается на основе Hypertext Markup Language (HTML) и функционирует в среде наиболее распространённых Web browsers.

Литература.

1. Marc Demarest. Building The Data Mart, DBMS, July 1994, v. 7, n. 8, p. 44(7).
2. А.А. Сахаров. Принципы проектирования и использования многомерных баз данных (на примере Oracle Express Server) - СУБД, # 3, 1996.
3. S. Hiller, D. Mezick Programming Active Server Pages. –М.: Издательский отдел ТОО “Chanel Trading Ltd.”, 1999 – 296 с.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА “ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ”

Володин В. И., Михалычева Э.А., Сухоцкий А.Б.

Информационная деятельность является одним из элементов энергосбережения. Потребителями информации по вопросам энергосбережения могут быть производственная сфера (включая энергетику), органы управления, учебные, научные и проектные организации, а также население, так как каждый житель связан с использованием электрической и тепловой энергии, а некоторые дополнительно используют твердое, жидкое или газообразное топливо, а, следовательно, должны быть заинтересованы в экономии энергетических ресурсов.

Наиболее перспективный путь организации информирования широких кругов заинтересованных лиц по проблеме энергосбережения – создание автоматизированной информационной системы (банка данных).

В ИПЭ НАН Беларуси и БГТУ разработана информационная система “Энергосберегающее оборудование и технологии”, которая может быть интегрирована в компьютерную сеть, в том числе и через INTERNET.

На основе поиска информации с использованием первоисточников на бумажном носителе, которые включали специализированные периодические издания, печатную информацию разработчиков и производителей энергетического оборудования и технологий собрано, проанализировано и представлено в цифровом виде около 1000 информационных единиц. Представленные данные содержат как текстовую, так и графическую информацию об энергосберегающем оборудовании и технологиях.

Накопленная информация представлена в цифровом виде и охватывает ряд направлений, позволяющих более эффективно использовать энергетические ресурсы: контроль и учет за расходом энергоресурсов; вовлечение в оборот местных топлив, развитие возобновляемых и нетрадиционных источников энергии; применение пусковых устройств и регуляторов частоты вращения электродвигателей; использование источников освещения с большой световой отдачей; уменьшение потерь тепла в зданиях и сооружениях про-

мышленного, административного и коммунально-бытового назначения; уменьшения потерь тепла при транспортировке, а также другие направления энергосбережения.

УДК 668.474.01

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ ГИДРОЛИЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Капустина И.Б., Казазян В.И., Якимцов В.П.

Гидролизный лигнин является многотоннажным отходом гидролизной промышленности. В настоящее время рационально используется только одна треть этого ценного сырья, а основная масса вывозится в отвалы.

Изыскание новых путей использования гидролизного лигнина является актуальной и важной задачей современности. Решение ее даст возможность сохранить для народного хозяйства 30-40% химически перерабатываемой древесины.

Нами была исследована возможность получения композиционных материалов на основе гидролизного лигнина и отечественного полиэтилена в качестве связующего.

Было изучено влияние различных факторов (состава композиций, влажности и дисперсности гидролизного лигнина, условий прессования) на свойства получаемых материалов.

Проведенные физико-механические исследования показали, что введение 20-40 мас.% полиэтилена в пресс-массу из гидролизного лигнина позволяет получить композиционный материал с низким водопоглощением (2,5-1,2%), высокой прочностью на сжатие (25-40 МПа) и повышенной стойкостью к агрессивным средам.

Полученные материалы могут использоваться в производстве строительных изделий, облицовочных и теплоизоляционных материалов и т.п.

Таким образом, применение гидролизного лигнина в сочетании с полиэтиленом (или его отходами) позволяет не только решить проблемы, связанные с охраной окружающей среды и ресурсосбережения, но и получить качественный композиционный материал.

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ЖИДКИХ ОРГАНОСОДЕРЖАЩИХ СТОКОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ БИОГАЗА ПОВЫШЕННОЙ КАЛОРИЙНОСТИ И ОБЕЗЗАРАЖЕННЫХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

**Борисевич В.А., Зацепин О.И., Пуляев В.Ф., Сафонова И.Г.,
Соловьев В.Н., Царук В.Н.**

Первая в Беларуси промышленная биогазовая установка “КОБОС” производительностью 30...50 м³/сут. стоков КРС при содержании сухой органики около 4% сдана в эксплуатацию летом 1992г. В установке использована двух-фазная схема сбраживания с отдельными кислой и щелочной стадиями. Суммарный объем биореакторов установки – 250 м³. Производительность по биогазу – 500 м³/сут. После ввода в опытную эксплуатацию биогазовая установка проработала почти два года. Во время пуска – наладочных испытаний выявлена необходимость модернизации некоторых систем и агрегатов. Однако из-за отсутствия финансирования установка была в 1994г. остановлена и законсервирована.

В настоящее время в Белорусской зональной опытной станции по птицеводству в рамках ГНТП “Энергосбережение” реализуется проект создания демонстрационной биогазовой установки для переработки 3650 м³ стоков в год с выработкой 72 тыс.м³ товарного биогаза в год калорийностью 6 300-7 200 ккал/м³ (~60-70 т/т/год) и 3600 т/год жидких органоминеральных обеззараженных удобрений. В процессе его разработки учтены недостатки установки “КОБОС”. Упрощены системы перемешивания субстрата, отвода биогаза и управления установкой, что повысило ее надёжность, особенно при работе в зимнее время.

В состав комплекта оборудования установки входят емкости: приемная (10 м³), кислой фазы (10 м³), вертикальный метантенк (75 м³) и накопитель сброженного субстрата (100 м³). Загрузка сырья производится раз в сутки в предварительно опорожненную емкость кислой фазы. Температура сбраживания 41 °С. Время сбраживания 7,5 сут, удельный выход биогаза 2,3 м³/м³сут. Рециркуляционные насосы перемешивают субстрат. Биогаз сжигается в котле мощностью 50 кВт. Горячая вода автоматически перераспределяется между подогревателями установки и потребителями (птичниками).

Внедрение биотехнологии позволит решить ресурсные, природоохранные и энергосберегающие проблемы народного хозяйства республики.

ЭКОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЧИСТКИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ БИОТОПЛИВА ЗАГРЯЗНЕННОГО РАДИОНУКЛИДАМИ

**Соловьев В.Н., Гребеньков А.Ж., Бида Л.А., Плещанков И.Г.,
Щекина С.Г., Якушев А.П.**

Утилизация древесных отходов и биотоплива с загрязненных радионуклидами территорий при производстве электроэнергии и тепла позволит вовлечь в топливный цикл Беларуси значительные топливные ресурсы, а также решить ряд экологических и социальных проблем. Предупреждение вторичного загрязнения окружающей среды и обеспечение надежной утилизации загрязненного радионуклидами топлива в топках котлов требует, в первую очередь, эффективной очистки отходящих газов от радионуклидов.

В рамках совместного проекта с Сандиевской национальной лабораторией (США), Национальной Лабораторией RISO (Дания) и ELSAMPROJECT (Дания) на промышленном котле “Тампелла” Гомельской области в 1999г. были проведены испытания экспериментальной системы газоочистки при сжигании реального древесного топлива с загрязненных территорий Беларуси, которое по уровню загрязнения радионуклидами Cs-137 относилось к категории “условно чистого”.

За базовую схему была принята 2-х ступенчатая “сухая” система очистки дымовых газов от дисперсных и аэрозольных частиц, которые являются основными носителями активности. Система газоочистки, производительностью 2900 м³/ч, включала газовый циклон и два рукавных фильтра с рукавами из высокоэффективного фильтроматериала. Зола, уловленная в аппаратах газоочистки, собиралась в контейнеры. Испытания проводились при различных нагрузках котла и топочных режимах.

Основная доля активности (Cs-137), переносимой на дисперсно-аэрозольных частицах летучей золы, улавливалась на рукавных фильтрах и накапливалась в контейнерах. На основании проведенных измерений, было получено, что средняя эффективность системы газоочистки по Cs-137 составила более 99,3%. При этом удельные активности топлива, шлака, летучей золы в циклоне и мелкой летучей золы и аэрозолей в рукавных фильтрах соотносились как 1:15:30:90 соответственно.

Таким образом, использование данной технологии позволяет решить проблему очистки газовых сбросов при утилизации древесных отходов, загрязненных радионуклидами.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ СИНТЕЗЕ КАРБАМИДА **Колесниченко И.Г., Агеев В.В., Лакомкин А.А., Короткий И.П., Бразговка А.И., Ильяшенко А.П.**

Процесс синтеза карбамида в производстве минеральных удобрений является одной из энергоемких стадий производства. В мировой практике

основным направлением совершенствования процесса синтеза карбамида является повышение степени конверсии исходных реагентов в карбамид. Одним из методов является улучшение гидродинамического режима в реакторе путем установки по его высоте распределительных перфорированных тарелок. Основные направления конструктивного совершенствования тарелок направлены на достижение в реакторе режима “идеального смешения” (направление разработок фирмы “Стамикарбон”) или режима “идеального вытеснения” (направление разработок фирмы “Уреа Казале”). Достижимый в мировой практике целевой технологический результат: повышение степени конверсии в среднем на 4% и увеличение производительности агрегата по выпуску карбамида на 8%.

В Гродненском ПО “Азот” разработана и внедрена в реакторе синтеза карбамида новая конструкция распределительных тарелок (патент РБ №1632 “Реактор синтеза карбамида”), приближающая работу реактора к режиму “идеального вытеснения”. Новая конструкция тарелок направлена на повышение эффективного использования реакционного объема путем улучшения гидродинамических характеристик газожидкостной системы в реакторе. Промышленные испытания и опыт эксплуатации в течение 2-х лет показали, что реактор синтеза карбамида с новыми тарелками обеспечивает высокую эксплуатационную надежность и следующие целевые технологические показатели: повышение степени конверсии карбамида на 7% (по сравнению с реактором без тарелок), на 4% (по сравнению с тарелками производства г. Днепродзержинска) и на 3% (по сравнению с тарелками “Уреа Казале”). При этом достигнуто увеличение производительности агрегата по выпуску карбамида на 12%. Экономический эффект от снижения энергопотребления на одном реакторе синтеза составляет свыше 70 тыс. долларов США.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНОЛА В ПРОМЫШЛЕННЫХ МАСЛАХ

Мосева Е.В., Средницкая Н.И., Колодко Т.М.

В промышленности используются различные виды масел: трансформаторные, турбинные, компрессорные и др. Для улучшения качества и продления срока службы в масло добавляют различные присадки. С целью увеличения стабильности масла к окислению в него добавляют антиокислительную присадку – ионол – 4-метил-2,6-ди-трет-бутилфенол. Концентрацию ионола необходимо контролировать, поскольку при снижении его содержания в масле ниже указанного в нормативно-технической документации, ионол перестает работать как ингибитор, а становится инициатором процесса окисления. В настоящее время для анализа ионола рекомендовано применять метод тонкослойной хроматографии. Однако, в случае присутствия в масле продуктов окисления не всегда возможно определить содержание ионола. Поэтому нами разработаны газохроматографический и ИК-спектрофотометрический методы определения ионола в трансформаторных и турбинных маслах.

Методика определения ионола методом газовой хроматографии основа-

на на предварительной экстракции ионола из масла этиловым спиртом, разделении спиртового экстракта на хроматографической колонке, фиксировании компонентов с помощью ионизационно-пламенного детектора. При расчете содержания ионола учитывается поправочный коэффициент, зависящий от сорта масла, содержания ионола в масле и степени извлечения ионола при экстракции.

Методика определения содержания ионола с помощью ИК-спектроскопии основана на измерении интенсивности поглощения излучения гидроксильной группой при длине волны 2,74 мкм. При анализе данным методом не требуется специальной пробоподготовки, и процедура анализа не занимает много времени, в отличие от метода газовой хроматографии.

При анализе масла методами тонкослойной хроматографии, газовой хроматографии и ИК-спектроскопии получены сопоставимые результаты определения ионола.

Методики определения ионола методами газовой хроматографии и ИК-спектроскопии используются на нашем объединении для контроля качества масел.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА СТАДИИ СИНТЕЗА КАПРОЛАКТАМА

Савош Э.К., Агеев В.В., Лакомкин А.А.

Процесс синтеза капролактама осуществляется по экзотермической реакции жидкофазной конверсии циклогексаноноксида в среде серной кислоты. Обеспечение условий изотермичности процесса достигается в известной базовой схеме путем изменения расхода циркулирующей реакционной смеси в выносные холодильники, охлаждаемые оборотной водой. При такой схеме регулирования температуры синтеза расход оборотной воды фиксируется на максимальном значении, соответствующем максимальной нагрузке производства капролактама. При снижении нагрузки производства капролактама происходит перерасход оборотной воды в холодильники, что повышает энергопотребление и снижает экономичность процесса синтеза капролактама. Также известная схема обладает склонностью к забиванию холодильников реакционной смеси отложениями солей жесткости из-за использования оборотной воды в качестве хладагента.

В Гродненском ПО “Азот” разработана и внедрена новая схема регулирования температуры процесса синтеза капролактама расходом оборотной воды. Новая схема основана на дополнительном промежуточном цикле обессоленной воды. Промышленные испытания и опыт эксплуатации в течение 2-х лет показали, что новая схема обеспечивает: 1 - повышение экономичности (особенно в условиях снижения нагрузки производства) путем снижения потребления оборотной воды на 0,2 тыс.м³/(т капролактама), 2 - повышение эксплуатационной надежности оборудования за счет замены хладагента, обеспечившей исключение зарастания отложениями выносных холодильников

реакционной смеси, 3 - повышение экологической надежности стадии синтеза за счет наличия цикла обессоленной воды и, следовательно, сокращения времени обнаружения аварийных пропусков в холодильниках реакционной смеси.

Экономический эффект от снижения энергопотребления в 2-х производствах капролактама составил свыше 50 тыс. долларов США.

ИНФОРМАЦИОННОЁМКИЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА

Кошевар В.Д.

Полиметилметакрилат (ПММА) блочной полимеризации нашел широкое применение в народном хозяйстве. При промышленной переработке ПММА образуются значительные количества отходов в виде обрезков, кусков стружки и т.п., требующие утилизации. В настоящей работе сообщается о возможности использования указанных отходов для создания специальных пленочных материалов с различными видами записи информации. Технологический процесс получения указанных пленок, состоящий из полиэтилентерефталатной подложки и покрытия на основе ПММА, включал следующие стадии:

а) обезжиривание и размол; б) растворение помола в нетоксичных полярных органических растворителях; в) введение в раствор необходимых ингредиентов и их диспергирование; г) фильтрация; д) нанесение композиции на подложку.

Выбор необходимых ингредиентов - дисперсионной среды, пигмента, наполнителя и др. осуществляли на основании учета их кислотно-основных свойств и оптимизации межфазного кислотно-основного взаимодействия в системе.

В частности, получены данные по влиянию кислотности и основности растворителей на характер взаимодействия на границах наполнитель-полимер, полимер-растворитель. Установлена качественная взаимосвязь между седиментационной устойчивостью исследуемых дисперсий и межфазным кислотно-основным взаимодействием. Наиболее стабильные к седиментации системы, образующие качественные покрытия, формируются в жидкостях, имеющих однотипные с дисперсной фазой и противоположные с ПММА кислотно-основные свойства. Достигнутые в результате такого подхода устойчивость и однородность коагуляционной структуры обеспечили требуемые эксплуатационные параметры композиционных покрытий.

Для бислойных пленок весьма важно определить оптимальное соотношение адгезии и когезии в системе адгезив-субстрат. Показано, что кислотный наполнитель, например каолин, хорошо совместим с ПММА (основание), снижает его адгезию к полиэтилентерефталатной основе, а зависимость когезии от концентрации этого минерала носит экстремальный характер.

Для совмещения же ПММА с ZnO (основание), потребовалась обработка оксида анионным ПАВ, или оптимизация кислотно-основных взаимодействий путем варьирования состава бинарной дисперсионной среды.

С применением указанного подхода был разработан ряд бислойных материалов:

1) светочувствительные гравировальные пленки для изготовления фотошаблонов методами механического и лазерного гравирования;

2) пленки со съёмным лаковым слоем для изготовления фотомасок, фотошаблонов и микросборок печатных плат;

3) матирующие покрытия с целью создания чертежных пленок, антибликовых экранов, приемных слоев для лазерных принтеров.

Указанные материалы нашли применение в картографии, полиграфии, радиоэлектронике и т.д.

УДК 721.011

ПРОЕКТНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СЕЛЬСКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Кухаренко В.А.

Находящаяся в данный момент в затяжном кризисе сельское хозяйство республики констатирует факт малоэффективной системы с точки зрения экономики, т.к. является мощным потребителем различных видов ТЭР, где особенно велика доля подотраслей сельскохозяйственного производителя (скотоводство, птицеводство, теплично-парниковые хозяйства и др.). Влияя на конечную себестоимость продукции, эти процессы делают ее неконкурентноспособной. При этом подобные производства являются материалоемки и экологически небезвредными.

Напрашивается вывод, что систему, а точнее технологию производства сельскохозяйственной продукции необходимо поднимать на качественный уровень современности. Для этих целей, соответственно, необходима материальная форма, оболочка. Проектирование новых зданий или реконструкция существующих должна вестись под руководством архитектора – главного специалиста по координации технологов производства, конструкторов, других смежников, обязан оптимально соединять различные, а порой противоречивые требования, одновременно при этом выявлять какой-либо композиционный замысел, показав его в объеме. Целью данной работы с ее расчленением на взаимосвязанный комплекс инженерно-технических, объемно-конструктивных, технологических задач представлены в анализе полной классификации с\х зданий и сооружений, с выявлением недостатков типов конструкций, материалов. Также произведен анализ перспектив развития каждого типа зданий с возможностью изменения типологии и внутренней морфологии с целью уменьшения материалоемкости строительства и существенно снижения внешнего энергопотребления при эксплуатации. Исследовалось влияние этих факторов на объемно-планировочные структуры зданий.

ПОЛУЧЕНИЕ АСФАЛЬТОБЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ НА ТЭЦ

Кондратенкова В.А., Платонов А.П., Ковчур С.Г.

Цель работы заключается в создании и внедрении технологии утилизации отходов, образующихся на ТЭЦ г. Витебска после очистки воды (шлам продувочной воды). В настоящее время на ТЭЦ накопилось большое количество отходов, не нашедших применения и загрязняющих окружающую среду. Ежегодно на Витебской ТЭЦ образуется 300 тонн шлама. Аналогичное положение в городах Полоцке и Новополоцке. При очистке воды в качестве коагулянта используют сульфат алюминия, а в качестве флокулянта – полиакриламид. На кафедре химии ВГТУ определен качественный и количественный состав отходов. В пересчете на сухое вещество состав шлама после прокаливания следующий: оксид железа (III) - 17%; оксид алюминия - 12%; диоксид кремния - 27%; органические вещества - 44%. В результате проведенных исследований установлено, что отходы ТЭЦ можно использовать для приготовления дорожного асфальтобетона. В составе асфальтобетона в качестве связующего применяется битум, а в качестве минерального компонента - доломитовая мука в количестве 7-8%. Все минеральное связующее в составе асфальтобетона мы заменили водосодержащими отходами с концентрацией 28-30%. Технология приготовления асфальтобетона заключается в следующем: битум нагревают до температуры 140-150 °С, затем перемешивают в смесителе с остальными компонентами (песчано-гравийная смесь, щебень, отходы ТЭЦ, активатор). За счет высокой температуры вода, содержащаяся в отходах, испаряется, а органические вещества сгорают. Вода в асфальтобитумных смесях в момент уплотнения выполняет роль смазывающего вещества и способствует сближению зерен минерального материала. Из-за наличия воды в минеральном материале происходят процессы гидролиза и гидратации, и в местах контакта зерен образуются жесткие кристаллизационные связи, что также приводит к повышению прочности асфальтобитумных смесей при сжатии. Асфальтобитумные смеси с добавкой воды имеют хорошую тепло- и водоустойчивость и характеризуются малым набуханием, поэтому такое покрытие будет хорошо служить в зонах с неблагоприятными климатическими условиями. Можно заменить минеральное связующее (доломитовую муку) в составе асфальтобетона водосодержащими отходами ТЭЦ, которые можно утилизировать без предварительного концентрирования. Предлагаемая технология утилизации отходов является неэнергоемкой, ресурсосберегающей, позволяющей значительно улучшить экологическую ситуацию в крупных городах.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕПЛОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К РЕГИОНУ РБ

Кузьмина Н.С.

Основным фактором, сдерживающим развитие энергосбережения в РБ, является неопределенность в экономических оценках целесообразности производства и применения соответствующих технических устройств и технологий. Проблема осложнена многоплановостью дополнительных воздействий на предполагаемый выбор, а именно: экологическая целесообразность, социальная значимость, занятость, дальняя и ближняя перспектива, наукоёмкость, патентозащищенность, экспортпригодность, девальвация рубля, возможность государственного финансирования, дотирования, инвестирования, материалоемкость, наличие сырья и комплектующих и др.

В лаборатории терморегулирования АНК ИТМО НАН Беларуси на основе многолетнего опыта создания энергосберегающей техники разработана схема экономического анализа применения того или иного технического решения. Основным элементом такого анализа является окупаемость продукции. При этом тепло сберегающая техника и технология разделены на несколько групп, каждая из которых имеет свои особенности и коэффициенты экономичности.

1. Генерирование энергии:

- теплогенерирующая техника (малые, средние и большие ТЭЦ), включая технологии и приборы совершенствования процессов генерирования энергии;

- альтернативная энергетика.

2. Транспортирование энергии, включая приборы учета энергии.

3. Собственно энергосбережение, т.е. все мероприятия и технические решения, направленные на снижение, утилизацию и многократное использование потребляемой тепловой энергии.

Предлагаемый подход экономического анализа усилен оценкой экологических особенностей энергосбережения, в ряде случаев сводимых также к экономии финансовых средств. Необходимость в таком подходе объясняется проблемами, которые возникают при децентрализации отопления (малые котельные), ухудшении экологической ситуации в помещениях, герметизируемых в целях снижения теплопотерь, и пр.

РАЗРАБОТКА КОРМОВЫХ ДОБАВОК ДЛЯ ЖИВОТНЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШЛАМОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

**Марковник В.С., Пешенко А.Д., Клевченя Д.И., Шваро О.В.,
Курсевич В.Н., Голушко В.М.**

Проведенные ранее исследования [1] показали, что приготовленные на основе малорастворимых солей из шламов гальванических производств ми-

неральные добавки относятся к малотоксичным соединениям и оказывают ростостимулирующий эффект для животных.

Таблица 1. Состав жидкой минеральной кормовой добавки на основе ПВК в расчете на 1 литр

Элементы	Молодняк КРС 76-400-дневного возраста		Молодняк свиней массой более 20 кг		коровы	
	норма обогащения	Содержание в добавке	норма обогащения	содержание в добавке	норма обогащения	содержание в добавке
Na, г	-	41,3	-	41,3	-	41,3
Ca, г	-	69,9	-	69,9	-	69,9
Mg, г	-	11,2	-	11,2	-	11,2
K, г	-	8,5	-	8,5	-	8,5
Cu,мг	103,0	104,5	418,0	410,5	103,0	104,5
Zn,мг	522,0	524,0	1574,0	1576,0	744,0	746,0
Mn,мг	1048,0	1048,2	733,0	733,2	-	0,24
Co,мг	21,0	21,0	5,0	5,0	20,0	20,0
I,мг	-	25,0	-	25,0	-	25,0
Se,г	0,37	0,37	0,41	0,41	0,37	0,37
Fe,мг	420,0	420,0	840,0	840,0	-	-
Br,мг	-	3,44	-	3,44	-	3,44
Cs,мг	-	5,0	-	5,0	-	5,0
Sr,мг	-	12,6	-	12,6	-	12,6
Ni,мг	-	1,4	-	1,4	-	1,4
Li,мг	-	35,3	-	35,3	-	35,3
Rb,мг	-	6,97	-	6,97	-	6,97

В дополнение к микроэлементам, взятым из шламов, можно добиться нормализации минерального и витаминного обмена в организме животных с помощью полиметаллического водного раствора концентрата (ПВК). С учетом полученных результатов нами предложен ряд рецептур кормовых добавок для сельскохозяйственных животных (таблица 1).

В докладе обсуждаются полученные результаты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доклады III научно-технической конференции, Гродно, 1999, с. 156.

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ РЕЦЕПТУРЫ ИНКРУСТИРУЮЩЕЙ СМЕСИ ДЛЯ ПРОТРАВЛИВАНИЯ СЕМЯН ЛЬНА НА ОСНОВЕ ШЛАМОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Марковник В.С., Пешенко А.Д., Клевченя Д.И., Шваро О.В., Деева В.П.

На Минском тракторном заводе при фосфатировании поверхности стальных изделий используют гальванический раствор следующего состава

$Zn(H_2PO_4)_2$	- 50-80 г/л
$NaNO_3$	- 50 г/л
пленкообразователь	- 50-70 г/л
pH	- 2,0-2,5.

В процессе работы происходит образование осадка, представляющего собой нерастворимые фосфаты железа и цинка. Периодически осадок, имеющий светло-серый цвет, из ванны удаляется.

На Минском заводе шестерен для фосфатирования применяют несколько другой раствор – в качестве фосфатирующего агента используют препарат Мажеф. В его состав входят фосфат марганца (18-20% по марганцу) и железо (1,5-2% по железу). В данной ванне также образуется нерастворимый осадок, который требует утилизации.

При кислотном травлении печатных плат на Минском ПО ВТ образуется медьсодержащий травильный раствор. Для обезвреживания эти растворы обрабатывают гашеной известью. При этом получается осадок голубого цвета, основным компонентом которого является хлороксид меди.

Переработанные по нашей технологии вышеуказанные гальванические шламы были использованы для инкрустации семян в предпосевной обработке. Действия растворов были исследованы на семенах льна. Испытания показали, что обработка дает значительные прибавки по длине корня и высоте проростка и особенно по их средней массе, а также повышает устойчивость растений к грибковым заболеваниям.

Натурные испытания препаратов успешно проведены на Несвижской льносеменной станции.

В докладе обсуждаются полученные результаты.

КАТАЛИЗАТОР ДОЖИГА ВЫБРОСНЫХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ШЛАМОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

**Клевченя Д.И., Пешенко А.Д., Шваро О.В., Марковник В.С.,
Курсевич В.Н.**

Отработана методика приготовления катализаторов с использованием медь- и хромсодержащих шламов гальванических производств.

В процессе проведения лабораторных и стендовых испытаний нейтрализаторов с медно-хромовыми активными компонентами было установлено, что при температуре дожига выше 450 °С идет процесс горения твердых (са-

жевых) частиц без коксовых отложений. Для дизельных двигателей это имеет большое значение, так как отходящие газы дизельных двигателей содержат до 2 г/м³ твердых частиц.

Это позволило предложить технологию медно-хромовых катализаторов на основе шламов гальванических производств.

Разработаны и испытаны катализаторы на основе хромита меди, полученного на основе гальванических шламов, которые по эффективности очистки выбросных газов дизельных двигателей СН-6Д отвечают правилу №49 ЕЭК ООН.

Полученные результаты обсуждаются в докладе.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФО-ЩЕЛОЧНЫХ СУСПЕНЗИЙ ДЛЯ СВЯЗЫВАНИЯ КАТИОНОВ МЕТАЛЛОВ ИЗ РАСТВОРОВ

Коврик С.И.

Очистка и последующая утилизация сточных вод являются одной из важных экологических проблем. Возможным решением этого вопроса может быть использование таких природных сорбентов, как гуминовые кислоты (ГК).

Исследовалось связывание катионов меди и свинца из моно- и бикатионных растворов их солей торфо-щелочными и торфо-аммиачными суспензиями, экстракты которых содержали растворимые гуматы натрия и аммония. Максимальная степень очистки достигала 90-95%, что примерно на 10% выше, чем при использовании для этих целей ГК.

На связывание ионов металлов существенное влияние оказывали соотношение ГК:металл, рН среды, в которой формировался металл-гуминовый комплекс и др. Установлено, что в диапазоне рН, близких к нейтральным, наблюдается четко выраженный максимум поглощения исследуемых катионов и их сверхсорбция (до 50 мг-экв/г ГК для катионов Cu^{2+} и 30 мг-экв/г ГК для катионов Pb^{2+}). Сверхэквивалентное связывание катионов меди и свинца торфяными суспензиями связано с протеканием сопряженных процессов ионного обмена, комплексообразования и физической сорбции на твердых частицах. Количество связанных ионов металлов в самом металл-гуминовом комплексе уменьшается при увеличении массы вводимого органического вещества, а при превышении ее примерно в 2 раза относительно катиона осадок не образуется.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ КОМБИНАТОВ

Лисица А.В., Иванов Е.Н., Васько В.В.

В настоящее время центробежно-ударные дробилки применяются в ос-

новном при производстве кубовидного щебня. Однако, вследствие высокой степени измельчения, дробилки данного типа целесообразно использовать в подготовительных процессах.

При использовании в технологических схемах (подготовительные процессы) центробежного оборудования, значительно упрощается процесс рудо-подготовки и снижаются затраты на дробление руд.

Процесс подготовки вкрапленных руд на фабрике включает в себя дробление в четыре стадии с последующим измельчением. На четвертой стадии дробления установлены восемь конусных дробилок КМД-2200. Замена четырех из восьми конусных дробилок на три центробежные ДЦ-1,6 производства НПО «Центр» позволит: упростить схему за счет уменьшения количества дробилок и грохотов (из схемы исключается 8 грохотов); снизить установленную мощность на 300 кВт; улучшить условия работы и производительность оставшихся конусных дробилок за счет уменьшения класса +16-20 мм, который является критическим и подолгу находится в цикле; снизить средневзвешенную крупность продукта, поступающего на измельчение, а следовательно увеличить производительность шаровой мельницы.

Затраты на получение готового продукта с применением центробежных дробилок, отнесенные к производственным и эксплуатационным затратам, связанным с его использованием, значительно ниже по сравнению с конусными дробилками.

Оборудование не вызывает вибраций, не требует фундаментов и может быть смонтировано на любой отметке производственного здания.

Центробежные дробилки могут быть без всяких доработок встроены в существующую линию вместо конусных дробилок в самые разные технологические линии.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСТАЛОСТНЫХ СВОЙСТВ КАНАТНОЙ ПРОВОЛОКИ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ КАНАТОВ

Дворник А.П., Белько С.Л., Барановский А.Л.

Долговечность стальных канатов зависит от целого ряда факторов, одним из которых является циклическая прочность канатной проволоки. В связи с этим, был проведен комплекс усталостных исследований канатной проволоки различной технологии изготовления при симметричном цикле изменения напряжения во времени.

Исследования канатной проволоки различной технологии изготовления, химического состава стали и предела прочности на циклическую прочность позволили определить рациональные параметры изготовления высокопрочной канатной проволоки, с позиции усталостного разрушения.

Комплекс исследований на циклическую прочность при асимметричном цикле изменения деформации во времени позволил определить оптимальную величину изгибных деформаций в крайних волокнах проволоки при макси-

мальном количестве циклов до разрушения. Определенный интерес представляет оценка не только качественного, но и количественного влияния химического состава стали и целого ряда технологических факторов на величину деформации в крайних волокнах проволоки при свивке в прядь.

Исследования позволили определить оптимальную величину относительного удлинения в крайних волокнах проволоки с учетом прочностной характеристики и технологических параметров ее изготовления, которую необходимо задавать при свивке в прядь.

ВЛИЯНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ УСИЛИЙ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ КАНАТОВ ШАХТНОГО ПОДЪЕМА

Щерба В.Я., Дворник А.П., Барановский А.Л.

Канаты рудничных подъемных установок в течение цикла подъема груза испытывают комплекс динамических нагрузок, которые, повторяясь цикл за циклом, ведут к снижению их усталостной прочности и долговечности.

При работе многоканатных подъемных установок появляется еще один вид динамического нагружения канатов – загрузка скипов на весу.

В период загрузки скипа на систему “канаты – подъемный сосуд” действуют две внешние возмущающие силы, одна из которых определяется силой тяжести груза, а другая равна реактивной силе.

Разработанный алгоритм распределения усилий позволяет получить их значения в каждом отдельном канате для общего случая, когда они отличаются один от другого как по жесткости, так и по длине.

Долговечность канатов зависит от максимальных усилий, которые будут в конце периода загрузки скипа. Для оценки влияния на усталостную прочность и долговечность канатов рассматриваемых динамических нагрузок определены основные параметры асимметричного цикла.

Таким образом, на долговечность канатов при загрузке скипов на весу большое влияние оказывает реактивная сила, возникающая в результате присоединения к скипу массы загружаемого материала, при этом разгрузка дозаторов и загрузка скипов носит неравномерный характер, что обусловлено конструктивными особенностями устройства типовых дозирующих бункеров.

ЗАЩИТА БЫСТРОИЗНАШИВАЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ КОРРУДИРОВАНИЕМ В УСЛОВИЯХ ПО “БЕЛАРУСЬКАЛИЙ”

Довнар Д.Н., Нахратов В.А., Прушак Н.В.

Эксплуатация грунтовых насосов, перекачивающих солевые растворы на обогатительных фабриках ПО “Беларуськалий” в коррозионно-активной

среде обуславливает необходимость изготовления ряда деталей из нержавеющей стали, либо применения защитных покрытий.

Материал, состоящий из шлифзерна и эпоксидно-бакелитового связующего, химически стоек в средах калийных производств и стоек против абразивного воздействия солевых частиц и глинистых шламов.

Технология коррундирования заключается в следующем: обезжиренная поверхность грунтуется кистью бакелитовым лаком.

Композиция для коррундирования состоит из эпоксидно-бакелитового связующего (15-20% мас.) и остальное – шлифзерно.

Эпоксидно-бакелитовое связующее состоит из эпоксидной смолы ЭД-20 и бакелитового лака в равных количествах. В качестве отвердителя вводится уротропин.

Композиция готовится в растворешалке. Готовая смесь накладывает на загрунтованную поверхность и тщательно утрамбовывается. После выдержки при температуре 20-25 °С 1-2 часа детали загружаются в термокамеру для термообработки. После первой стадии термообработки покрытие пропитывают бакелитовым связующим и проводят вторую стадию термообработки.

При толщине покрытия 20 мм улита из чугуна несколько не уступает по долговечности улите из нержавеющей стали. Однако после износа защитного покрытия чугунный корпус улиты может быть использован вторично.

ЗАЩИТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

Довнар Д.Н., Нахратов В.А., Прушак Н.В.

В процессе эксплуатации на обогатительных фабриках ПО “Беларуськалий” трубопроводы для транспортировки солевых пульп и растворов, которые изготавливаются из углеродистых нелегированных сталей, подвергаются интенсивному коррозионному и эрозионному разрушению и требуют защиты внутренней поверхности.

Агрессивными средами являются водные растворы солей – хлоридов и сульфатов калия, натрия, магния с различной концентрацией растворенных солей, а также пульпы, представляющие собой растворы с солевыми и глинистыми частицами.

Футеровке методом центрифугирования подвергаются трубы диаметром от 219 до 1020 мм, длиной до 6 м. Расход материалов на 1 п. м. трубы зависит от диаметра.

Процесс футеровки труб силикат-полимерным раствором включает: подготовку металлических труб, приготовление силикат-полимерной смеси, распределение смеси и уплотнение ее центрифугированием, выдержка отформованных труб.

Отходов производства, сточных вод и выбросов в атмосферу при защите внутренней поверхности труб силикатными составами не имеется.

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ СОЕДИНЕНИЯ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛЕНТ НА ИХ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

Заяц И.М., Конопляник И.А., Конопляник А.В.

Все многообразие существующих конструкций соединений конвейерных лент можно разделить на три группы: механические соединения резиноканевых лент, вулканизированные соединения резиноканевых лент и соединения резинотросовых лент.

Механические соединения широко используются благодаря малой трудоемкости и скорости изготовления, но имеют низкую прочность и малый срок службы.

Вулканизированные соединения резиноканевых конвейерных лент обладают значительно большей прочностью и долговечностью по сравнению с механическими. Однако, трудоемкость, время и сложность их изготовления значительно больше. Прочность и долговечность вулканизированных соединений сильно зависит от качества выполнения работ и качества расходных материалов.

Вулканизированные соединения резинотросовых лент наименее механизированы. На прочность такого соединения влияет распределение и перераспределение напряжений в соединении, старение, усталость и ползучесть резины, ослабление адгезии резины к тросам. Критериями, определяющими степень разрушения соединения, являются отношение длины разрушенных межтросовых прослоек к их полной длине, усредненное относительное смещение тросов соединяемых лент, скорость разрушения крепления резины к тросам, скорость ползучести резины. На конвейерах с резинотросовыми лентами необходимо использовать барабаны только с эластичной футеровкой.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЕДИНЕНИЙ ЛЕНТ ШАХТНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Прушак В.Я., Заяц И.М., Конопляник И.А.

Актуальность разработки рекомендаций по выбору типа соединения конвейерной ленты обусловлена расширением области использования конвейерного транспорта, созданием новых конвейерных лент.

Выбор типа соединения и его параметров предусматривает широкое рассмотрение задачи проектирования с тщательным обоснованием цели, учетом условий эксплуатации и наличия оборудования для изготовления соединения. При этом проектирование должно дать ответ: какой тип соединения, какая конструкция и с какими параметрами наиболее подходят для рассматриваемых условий, какое оборудование и материалы необходимы для его изготовления.

Оценка выбора типа соединения включает следующие основные группы критериев: прочностные, технологические, эксплуатационные, экономи-

ческие, эргономические, социально-экологические. Разрешение противоречий, возникающих между отдельными критериями, возможно в рамках поиска оптимального, компромиссного или удовлетворительного проектного решения.

Использование соединений с рекомендуемыми параметрами, выбранных конструкций соединений и оборудования для их изготовления позволяет уменьшить расход материалов и конвейерной ленты, сократить трудозатраты, уменьшить число аварий из-за разрыва соединений и сократить простои конвейеров и основного оборудования.

ВЛИЯНИЕ ЦЕНТРИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛЕНТ

Щерба В.Я., Роговский А.М., Байко А.Е., Филипеня Г.Г.

Показателем эффективности использования ленточных конвейеров является срок службы основных узлов конвейерных установок, таких как лента и ролик.

Нецентральное движение ленты является в настоящее время одной из причин простоя конвейерного оборудования, просыпей груза, уменьшения сроков службы ленты, а выделение тепла при трении ленты о неподвижные части конвейера может вызвать пожар.

В процессе эксплуатации конвейера на ленту, движущуюся по линейной части, действуют боковые силы, вызывающие смещения.

Разработаны три направления по центрированию лент: повышение требований к изготовлению, монтажу и эксплуатации ленточных конвейеров; создание центрирующих устройств; разработка технических мероприятий по повышению центрирующей способности става конвейера.

Учитывая на этапе проектирования децентрирующие факторы, исходя из конкретных условий эксплуатации проектируемого конвейера, можно достичь минимального износа дорогостоящей ленты, увеличения срока ее службы, уменьшения просыпей и простоев по причине ее бокового смещения.

СЕЛЕКТИВНОЕ РАСКРЫТИЕ МИНЕРАЛОВ

Васько В.В., Лисица А.В., Иванов Е.Н.

С распадом СССР в республиках встала проблема разработки малых месторождений, которые в ряде случаев находятся в биосферных заповедниках, в условиях крайнего Севера, в отсутствии воды. Это вынуждает искать новые нетрадиционные технологии переработки.

Применение высокоскоростных ударно-центробежных дробилок и мельниц в комплексе с классификаторами позволяет в ряде случаев отказаться от

использования в процессе воды, что значительно снижает техногенную нагрузку на окружающую среду.

Использование сухих схем обогащения стало возможным благодаря высокой селективности раскрытия минеральных зерен при более грубом помоле. Так, например, на медно-цинковых рудах Уральского региона 95% раскрытия минеральных зерен достигалось при центробежном измельчении до 90-95% класса менее 0,3 мм, в отличие от шарового измельчения — 85-90% класса менее 0,074 мм.

При центробежном измельчении на минеральные зерна действуют как сдвиговые так и сжимающие напряжения. Это обуславливает разрушение материалов по местам спаянности. Подбором скоростей вращения ротора и геометрических параметров машин удается повысить извлечение полезных компонентов в концентрат. Например, при флотационном обогащении медных руд Алмалыкского месторождения после ударного измельчения содержание меди в концентрате составило 17,6%, при извлечении—82,6%, а после шарового измельчения 14,5% и 76,1% соответственно.

Применение сухих схем при обогащении карбонатных марганцевых руд Полуночного месторождения (Северный Урал) позволило получить концентрат с содержанием марганца не менее 30% (содержание марганца в исходной руде до 19%), при извлечении его в концентрат 79% и хвосты с содержанием марганца до 8%, которые используются для производства кирпича.

Основными преимуществами использования центробежных дробилок и мельниц в схемах обогащения, помимо отсутствия воды, являются низкие капитальные и материальные затраты, что дает возможность переработки малых месторождений, считавшихся ранее нерентабельными.

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОПРИВОДНЫХ ШАХТНЫХ КОНВЕЙЕРОВ ПРИ ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЫЕМКИ РУДЫ

Прушак В.Я., Конопляник И.А., Байко А.Е., Конопляник А.В.

Рассматривается задача разработки многоприводного ленточного телескопического конвейера.

При продвижении фронта лавы вместе с забойным конвейером на определенную величину, возникает необходимость перемещения передвижной станции телескопического конвейера в сторону приводной станции. При этом длина телескопического конвейера постепенно изменяется от максимальной (примерно 600 м) до минимальной (примерно 90 м).

При максимальной длине конвейера задействованы все его электроприводы, обеспечивающие нормальную транспортировку руды на максимально нагруженной конвейерной ленте.

При уменьшении длины конвейера число работающих приводов сокращается пропорционально сокращению длины и уменьшению нагруженности конвейерной ленты.

Применение многоприводного ленточного конвейера, работающего при изменяющейся длине, позволяет обеспечить поточную технологию выемки, исключить затраты времени на выполнение вспомогательных операций по передвижке оборудования штрековых конвейеров и позволяет экономить электроэнергию за счет применения необходимого количества приводов, зависящих от длины конвейера и степени нагружения конвейерной ленты.

УДК 622.232:658.51.622.9

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ГОРНЫХ МАШИН

Щерба В.Я., Шаповалов В.И., Филипня Г.Г.

Долговечность горных машин и механизмов в значительной мере зависит от правильного выбора смазочных материалов и легирующих присадок к ним. Поэтому выбор масла (смазки) – не менее важный фактор, чем выбор конструкционного материала и вида термообработки для деталей машин. Смазочное вещество – это лимитирующий, наиболее быстро “стареющий” элемент триботехнической системы, определяющий ресурс горных машин.

Вместе с тем весь опыт эксплуатации тяжело нагруженных машин свидетельствует, что варьирование составом смазочных веществ наряду с технологическими методами модифицирования физико-механических свойств поверхности, есть наиболее эффективный путь управления ресурсом и эксплуатационной надежностью машин. Этот путь не связан с большими капитальными затратами.

Применение портативного прибора (ВТ-2) для оценки смазочной способности смазочных веществ позволяет в условиях эксплуатации быстро, просто и надежно оценивать качество смазочных материалов. Решить экономически и технически важную задачу о своевременности замены масла в узлах трения горных машин, осуществить выбор смазочного материала для обкатки редукторов и др. механизмов с целью получения максимального эффекта приработки. Привести контроль качества смазки после хранения, а также оценить эффективность восстановления служебных свойств рабочих жидкостей и масел при их регенерации.

ЗНАЧЕНИЕ МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ В ОБЛАСТИ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Старовойтов Ю.В., Барановский А.Л., Шаповалов В.И.

Повышение долговечности и надежности выпускаемых изделий в значительной степени зависит от применяемых методов и средств технического контроля качества материалов, деталей, узлов и готовых изделий. Наибольший интерес для промышленности представляют физические методы дефек-

тоскопического контроля качества продукции без разрушения.

В дефектоскопии для контроля металлов и изделий чаще всего применяют визуально-оптические, капиллярные, магнитные, токовихревые, ультразвуковые и радиационные методы, которые позволяют осуществить сплошной контроль. Только сплошной контроль, а не выборочный, дает гарантию высокого качества всех выпускаемых изделий. Перечисленные методы в большинстве случаев позволяют автоматизировать процесс контроля, благодаря чему достигается его высокая производительность.

Применение методов неразрушающего контроля дает возможность не только обнаруживать дефекты на поверхности или в толще изделия, но и определять их форму, размеры и пространственное расположение. Это позволяет оценивать влияние дефектов на прочность контролируемых изделий, а также определять степень их опасности и соответствие качества изделия техническим условиям, тем самым, предотвращая аварию машины. А это в свою очередь позволяет в значительной степени экономить ресурсы и материалы.

УСТАНОВКИ, СБЕРЕГАЮЩИЕ РАСХОД ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ И СНИЖАЮЩИЕ НАГРУЗКУ НА ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ЗАВОДОВ

Азаров С.М., Ротина О.А., Черневич О.В.

Проблема сбережения технологических жидкостей, таких как моющие растворы, смазывающе-охлаждающие жидкости, щелочных электролитов и др., в настоящее время является актуальной и её решение требует значительных материальных вложений. Создание специальных установок для продления срока службы технологических жидкостей позволит сэкономить значительные материальные средства и снизить нагрузку на очистные сооружения заводов.

В НИИ импульсных процессов концерна порошковой металлургии разработаны многослойные титановые фильтрующие элементы, на основе которых была сконструирована фильтрующая установка, а для проведения предварительных исследований изготовлена ее модель, названная фильтрующим модулем. Испытания модуля, проведенные на предприятиях республики, доказали возможность очистки различных отработанных технологических жидкостей от взвешенных частиц, масла и нефтепродуктов.

На предприятии “Белхол” (г. Молодечно) модуль был подключен к нагнетательной системе обезжиривающего раствора агрегата подготовки поверхности. Отобранные пробы очищенного раствора и раствора на входе были доставлены в ЦЗЛ, где в результате проведенных анализов получены результаты, приведенные в табл. 1.

На ПО “Минский моторный завод” фильтровалась смазывающе-охлаждающая жидкость. Фильтрующий модуль подключался к накопителю. Результаты анализов ЦЗЛ приведены в табл. 2.

Таблица 1

Наименование материала	на входе	на выходе
Взвешенные вещества, %	100	15
Масло, %	100	30

Таблица 2

Наименование материала	на входе	на выходе
Взвешенные вещества, %	100	40
Нефтепродукты, %	100	22

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРБОНАТСОДЕРЖАЩИХ ТРЕПЕЛОВ БЕЛАРУСИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Ратько А.И., Шашкова И.Л., Мильвит Н.В.

Проблема очистки жидких сред от токсичных неорганических примесей является актуальной для многих промышленных предприятий, как с производственной, так и с экологической точки зрения.

Наиболее целесообразное ее решение возможно с помощью химических и сорбционных методов. Химическое осаждение (соосаждение) позволяет удалять из воды основные количества неорганических веществ, путем перевода их в труднорастворимые соединения. Однако санитарные нормы не позволяют утилизировать такую воду, т.к. она содержит ионы металлов в количествах, значительно превышающих ПДК. Дальнейшее обезвреживание воды может эффективно производиться с помощью природных сорбентов, в частности карбонатсодержащих трепелов, запасы которых в республике по данным геологических работ не менее 50млн.т.

По фазовому составу трепела месторождения представляют полиминеральную смесь аморфного кремнезема, цеолита, монтмориллонитовой глины и тонкодисперсного кальцита, при этом каждый из компонентов трепела обладает индивидуальными сорбционными свойствами. Учитывая и ионообменный, и осадительный характер сорбции ионов металлов из водных растворов очевидна большая эффективность природных карбонатсодержащих трепелов по сравнению с традиционно применяемыми ионообменниками.

В естественном и модифицированном состоянии трепела проявляют высокую эффективность в процессах поглощения из жидких сред ионов тяжелых и цветных металлов, радионуклидов Cs, Sr. Изученные природные материалы могут быть использованы в процессах очистки природных и сточных вод в статическом и динамическом режимах.

Таким образом, многие экологические и технологические вопросы могут быть решены путем широкомасштабного использования дешевых природных сорбентов – карбонатных трепелов.

СИНТЕЗ БЛОЧНЫХ ВЫСОКОПОРИСТЫХ НОСИТЕЛЕЙ И АДОРБЕНТОВ ИЗ ПОРОШКООБРАЗНЫХ КОМПОНЕНТОВ

Романенков В.Е., Болотникова Е.В., Ратько А.И., Клевченя Д.И

Разработан новый способ получения блочной пористой керамики с высокой проницаемостью, механической прочностью и неоднородной пористой структурой, включающей адсорбционные поры, содержащиеся в исходных стандартных адсорбентах (оксиде алюминия, силикагеле, цеолитах), а также образованные в процессе растворения – кристаллизации порошка алюминия, и транспортные поры диаметром 40...250 мкм, образованные зазорами между контактирующими частицами исходных порошков. Блочные адсорбенты и носители катализаторов получены за счет нового подхода, основанного на совмещении методов коллоидной химии и порошковой металлургии.

Пористая структура металлоксидных материалов формируется из частиц адсорбента размером 0,06-1 мм и существенно меньших по размеру частиц алюминия (30-50 мкм). Частицы адсорбентов, имеющие произвольную осколочную форму с широкими плоскостями хрупкого разрушения, образовавшимися при диспергировании гранул адсорбента, покрыты слоем частиц алюминия. Частицы алюминия связаны между собой частицами адсорбента оксидными контактами, сформированными в процессе термической обработки в присутствии воды и водных растворов. Формирование контактов между порошкообразными компонентами осуществляется за счет растворения алюминия и последующего гетерогенного осаждения гидроксида на поверхности и алюминия, в результате чего формируется макropористая структура механически прочного пористого тела (блока).

Использование вышеописанного подхода позволяет получать адсорбенты и носители катализаторов с заданной пористой структурой, в частности, бипористые материалы, содержащие микро-, макро- и ультра-микропоры. Такие структуры весьма перспективны в ряде адсорбционных и каталитических процессов.

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ ПЛЕНОК ТРОЙНОГО СОЕДИНЕНИЯ CuInS_2 МЕТОДОМ РЕАКТИВНОГО МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ

Савчук В.А.

Нарастающие трудности решения экологических проблем энергетики и истощение ископаемых энергоресурсов требуют поиска новых, нетрадиционных способов получения энергии, среди которых одним из наиболее перспективных является фотоэлектрический метод преобразования энергии Солнца. Для Беларуси, особо остро ощутившей на себе последствия Чернобыльской катастрофы и, кроме того, обладающей ограниченными запасами природных энергоносителей, проблема разработки новых методов получения электроэнергии видится как никогда актуальной.

С точки зрения практического применения в солнечной энергетике особое внимание привлекают тройные соединения класса I-III-VI₂ - CuInS_2 , CuInSe_2 , CuGaSe_2 , - поскольку они обладают большим коэффициентом поглощения света ($3 \times 10^7 \div 6 \times 10^7 \text{ м}^{-1}$). Кроме того, значение ширины запрещенной зоны у этих полупроводников близко к максимуму интенсивности спектра солнечного излучения.

Целью настоящей работы было исследование особенностей образования тонких пленок фоточувствительного материала CuInS_2 в процессе магнетронного распыления с постоянной силой тока мишени $\text{Cu}_x\text{In}_{1-x}$ в присутствии реактивного газа H_2S .

В процессе исследований было установлено, что метод магнетронного распыления с постоянной силой тока не позволяет получить однородные однофазные пленки тройного соединения CuInS_2 при высоком давлении реактивного газа из-за резкого и практически неконтролируемого процесса сульфидизации мишени и образования на ее поверхности высокоомных соединений. Рентгенофазовый анализ таких пленок обнаруживает многофазную структуру, включающую соединения состава $\text{Cu}_x\text{In}_{1-x}$, Cu_xS_y , In_xS_y , CuInS_2 . Высококачественные однофазные пленки со структурой халькопирита были получены при последующем отжиге осажденного на подложке материала в атмосфере реактивного газа H_2S в течение 15-30 минут при температуре 500 °С. Толщина пленок варьируется от 0.1 до 0.5 мкм в зависимости от продолжительности распыления мишени и отжига. Пленки обладают р-типом проводимости и имеют ширину запрещенной зоны $E_g \sim 1.3 \text{ эВ}$ при комнатной температуре. В работе обсуждается кинетика процесса образования пленок соединения CuInS_2 при его получении методом реактивного магнетронного распыления.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА СПЕКАНИЯ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЬЕЗОКЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ЦТС, ПОЛУЧЕННОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ХОЛОДНОГО ПРЕССОВАНИЯ.

Акимов А.И., Савчук Г.К.

Пьезокерамика на основе твердых растворов цирконата-титаната свинца (ЦТС) широко используются в гидроакустике, в устройствах акустоэлектроники и оптической обработки информации, пиро- и пьезоприемниках и т.д.

Целью данной работы являлась разработка ресурсо- и энергосберегающей технологии получения пьезокерамики на основе ЦТС с использованием высокого давления (1-6 ГПа) холодного прессования и исследование влияния технологии получения пьезокерамики на физические свойства и процессы спекания и испарения оксида свинца, сопровождающего спекание керамических материалов на основе ЦТС.

Исследования показали безопасность, экологичность и малую энергопотребляемость метода холодного прессования, который позволяет получать пьезокерамику с пористостью не более 2%, с высокой степенью однородности по плотности, с более совершенной микроструктурой.

Изучена кинетика процесса спекания керамики на основе ЦТС, полученной в условиях холодного прессования. Показано, что температура спекания в зависимости от величины используемого давления уменьшается на 220-250 °С, что приводит при использовании указанной технологии к уменьшению энергозатрат. Методом ТГА исследованы интегральные потери оксида свинца в процессе спекания пьезокерамики, полученной при различных давлениях холодного прессования. Установлено, что использование давления от 1 до 4 ГПа уменьшает интегральные потери оксида свинца с 3% до 0.2%. Получены кинетические уравнения для описания скорости процесса испарения оксида свинца для различных давлений прессования. С помощью метода Ритвельда проведено уточнение параметров кристаллической структуры пьезокерамики на основе ЦТС, имеющей различную степень дефектности по свинцу. Получено, что для керамик, полученных с использованием давлений от 1 до 5 ГПа, заселенность свинца в его позициях изменяется в пределах $0.96 \div 0.98$, а величина остаточных микродеформаций кристаллической решетки возрастает в 4 раза. Исследовано влияние обработки пьезокерамики высоким давлением на изменение температуры фазового перехода сегнетоэлектрик-параэлектрик и электрофизические и пьезоэлектрические свойства.

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ
ДРЕНАЖНЫХ КОЛПАЧКОВ ДЛЯ СИСТЕМ ВОДООЧИСТКИ**
Александров В.М., Александрова О.В., Дубелир Н.А., Липкин Н.А.

Эффективная работа котельных промпредприятий в значительной степени зависит от системы водоподготовки и, в частности, от технологической очистки воды. Для умягчения воды нашли широкое применение ионитные фильтры.

Одним из основных рабочих элементов ионитного фильтра является нижнее распределительное устройство, включающее плоское днище с приваренными к нему штуцерами, к которым крепятся щелевые колпачки.

Щелевые колпачки имеют различную конструкцию и изготавливаются из пластмассы, керамики или металла. Однако опыт эксплуатации подобных колпачков показал их недостаточную надежность.

Нами разработаны дренажные колпачки из пористых сетчатых материалов (ПСМ), характеризующиеся одновременно высокой прочностью и проницаемостью, устойчивостью к тепловым и ударным нагрузкам.

В качестве исходного материала для их получения использована проволока из коррозионно-стойкой стали 03X18H9T-ВИ (ТУ14-1-1702-76). Вязаная сетка с типом плетения “ластик” изготавливалась на плосковязальном полуавтомате ПВРК кл.10.

Технология получения ПСМ из вязаной металлической сетки помимо вязания включает такие операции как получение пакетов, их уплотнение, обезжиривание, спекание, штамповку, сварку и др. При этом наиболее трудоемким и сложным в реализации является процесс спекания, осуществляемый в вакууме при температурах порядка 1250-1270 °С.

Нами разработана конструкция и технология получения колпачков из вязаных сеток, включающая специальную деформационную обработку без последующего спекания. Установлено, что деформирование заготовки из металлической сетки по радиальной схеме нагружения (объемное напряженное и плоское деформированное состояние) обеспечивает необходимую прочность изделия с одновременным формированием его поровой структуры без последующего спекания.

Проведенные на Брестских тепловых сетях испытания дренажных колпачков из ПСМ позволили выявить их преимущества по сравнению со стандартными класса ВТИ-К (производство “Тэко-фильтр”, г. Жигулевск), К-500 (“Кадар”, Англия).

**РЕЗЕРВ ЭКОНОМИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ПРИ
ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ.**

Белюсова Г.Н., Золотухин Ю.Д.

Одним из реальных, но пока не реализуемых, резервов является энерго-

сбережение при эксплуатации жилых и общественных зданий. Задача может быть решена путем повышения эффективности производства строительных материалов и конструкций, т.е. за счет повышения долговечности бетона и особенно железобетона. Несмотря на то, что железобетонные конструкции характеризуются высокой стойкостью и долговечностью, они в целом ряде случаев подвержены весьма интенсивной коррозии и разрушению. Проблема обеспечения сохранности арматуры в бетоне является весьма важной проблемой в настоящее время. Достаточно велик круг малоисследованных вопросов: поведения арматуры при одновременном воздействии нескольких агрессивных факторов, динамика коррозии в процессе изменения вещественного состава среды, защита ее в период хранения и эксплуатации.

Процесс коррозии арматуры может возникать независимо от коррозии бетона. Исследования показали, что скорость коррозии арматуры зависит от многих факторов, однако в основе коррозионных явлений всегда лежат электрохимические процессы, для действия которых необходимо присутствие влаги и кислорода на поверхности металла. Это приводит к растрескиванию бетона под давлением растущего слоя ржавчины, и, как следствие, к аварийному состоянию строительных конструкций. Эффективным методом защиты в настоящее время является нанесение защитных покрытий на арматуру.

Выполненное детальное обследование зданий и мониторинг коррозионных процессов арматуры в железобетонных конструкциях показали, что под воздействием атмосферных осадков на открытых участках арматуры образовался слой коррозии толщиной от 0,15 до 0,4 мм. Для влияния ржавчины на состояние арматуры в бетоне была проведена серия опытов на бетонных образцах с арматурными стержнями. Одна часть из них была покрыта слоем ржавчины, вторая – защитными покрытиями на основе полимерных составов, третья – чистая. Проведенные исследования показали высокую защитную способность антикоррозионных полимерных покрытий, но значительное снижение сцепления ее с бетоном. Самым эффективным методом защиты является пескоструйная обработка арматуры, так как не только обеспечивает коррозионную стойкость арматуры и сцепление с бетоном, но и не приводит к удорожанию строительных конструкций.

РАЗРАБОТКА РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ НЕПЫЛЯЩИХ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ

Вавава М.М., Горбачев А.С., Крутько Н.П.

Калийные удобрения, выпускаемые ранее на ПО “Беларуськалий”, обладали определенными недостатками: сильной пылимостью, слеживаемостью, низкой прочностью гранул, значительной вымываемостью из почвы атмосферными осадками. Вследствие этого коэффициент использования калийных удобрений растениями не превышал 40-70%, что кроме огромных материальных потерь резко ухудшает экологическую обстановку в местах их производства и применения.

В результате многолетних научных исследований и опытно-промышленных испытаний ПО “Беларуськалий” совместно с ИОНХ НАН Беларуси разработал и внедрил технологию получения несслеживающихся непылящих калийных удобрений, которая включает в себя ряд технологических приемов, новых реагентов и реагентных режимов.

Показано, что основными путями устранения отрицательного влияния тонкодисперсных фракций КСl на физико-химические и агрохимические свойства удобрений, сокращения их механических потерь от вымывания из почвы является обеспыливание удобрения, обработка его специальными реагентами - пылеподавителями, гранулирование пылящих фракций с добавками связующих веществ. В качестве эффективного пылеподавителя и антисслеживателя разработана эмульсия на основе парафиновых углеводородов и солей высших жирных аминов, изучены коллоидно-химические свойства и механизм ее образования. Исследовано влияние смеси парафиновых углеводородов с талловыми продуктами, нефтяными кислотами, полигликолями, карбамидом на слеживаемость и пылимость КСl.

С целью уменьшения потерь хлорида калия из почвы, улучшения его физических и агрохимических свойств изучено влияния различных высокомолекулярных соединений, синтетических смол на физико-химические свойства гранулированных удобрений. Установлено, что наиболее эффективными связующими добавками являются олигомерные соединения, содержащие не-предельные связи и реакционно-способные группы. Полимеризационные пленкообразователи, образующиеся в результате реакций полимеризационно-конденсационного типа, повышают прочность гранул и уменьшают вымываемость КСl из почвы.

Разработанная технология имеет важное социальное значение, так как ее осуществление резко снизило содержание хлорида калия в воздухе на обогатительных фабриках ПО “Беларуськалий”, в местах разгрузки удобрения. Это позволило улучшить санитарно-гигиенические условия труда и снизить загрязнение воздушного бассейна в Солигорском промышленном районе. При этом существенно снижены механические потери КСl при транспортировке, хранении и внесении в почву.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИТУМНЫХ ЭМУЛЬСИЙ В ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ ХОЛОДНОГО РЕЦИКЛИНГА АСФАЛЬТОБЕТОНОВ

Опанасенко О.Н., Крутько Н.П., Буковски А., Зелински Я.

Одной из важнейших экологических проблем, возникающих при реконструкции автомобильных дорог, является утилизация асфальтобетонного лома старых дорожных покрытий, полученного путем фрезерования и последующего дробления. Для решения этой проблемы, а также экономии материальных ресурсов, нами предложена технология использования вторичного лома

асфальтобетона путем обработки его специальной битумной эмульсией и введения дополнительных корректирующих материалов.

С целью отработки технологии холодного рециклинга нами проведены работы по разработке рецептур битумных эмульсий и оптимальных составов смесей для устройства твердого покрытия методом смешения на дороге с учетом зернового состава, содержания и степени старения вяжущего в асфальтобетонном грануляте. Для осуществления эффективного операционного контроля качества при проведении дорожно-строительных работ и корректировки физико-механических свойств смесей предложены надежные экспресс-методы определения остаточного вяжущего и зернового состава асфальтобетонных смесей.

Тщательное выполнение всех технологических требований обеспечивает восстановление эксплуатационных характеристик дорожных одежд при минимальных затратах на перевозку используемых материалов, улучшает структуру и качество покрытия даже без изменения геометрии дороги и реконструкции обочин. Гибкая технология проведения работ позволяет проводить обработку только одной полосы движения, укладку тонких слоев и возобновление движения непосредственно после укладки.

Использование технологии холодного рециклинга наряду с решением проблемы утилизации лома и экономией материалов обеспечивает существенное сокращение энергозатрат в дорожном строительстве.

Проведенный расчет энергоемкости данной технологии, основанный на суммировании потребления энергии на каждой из основных операций, включая фрезерование, транспортировку, дробление, а также производство и укладку новых материалов показывает, что при 100%-ном повторном использовании асфальтобетонного лома энергопотребление составляет 170-190 тыс. кДж/т продукции. Это обеспечивает снижение энергозатрат на 65% по сравнению с технологиями, включающими использование классических битумных гравийно-песчаных смесей и на 20% при использовании эмульсионных гравийно-песчаных смесей.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЯМОЧНОГО РЕМОНТА
ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
СКЛАДИРУЕМЫХ ЭМУЛЬСИОННО-МИНЕРАЛЬНЫХ СМЕСЕЙ**
Старостина О.И., Овсенко Л.В., Бутько З.Т., Дмитриев С.М.,
Лобода Ю.В.

Нефтяной битум является самым распространенным материалом, используемым при проведении дорожно-строительных работ. Однако низкая адгезионная способность к кислым гранитным породам и недостаточная его пластичность приводит к преждевременному износу и разрушению дорожного полотна. В настоящее время на капитальный ремонт асфальтобетонных покрытий ПРСО “Минскоблдорстрой” ежегодно затрачивается более 35 тыс. т

битума. Сокращение ежегодного объема ремонтных работ в среднем на 10% позволит уменьшить расход битума на 3,5 тыс. т, что является особенно актуальным в условиях недостатка топливно-энергетических ресурсов республики.

С целью экономии материальных ресурсов и улучшения адгезии битума к минеральному материалу предложена технология приготовления складированных холодных эмульсионно-минеральных смесей с использованием битумной эмульсии, фракционированного щебня и адгезионной добавки, в качестве которой рекомендуются реагенты на основе четвертичных аммониевых оснований и оксиэтилированных алкилпропилендиаминов. Данные реагенты модифицируют границу раздела щебень - битум перед обработкой его битумной эмульсией.

Разработаны рецептуры складированных эмульсионно-минеральных смесей для ямочного ремонта дорожных покрытий. Нароботаны их опытные партии и проведены опытно-промышленные испытания.

Оптимальные составы холодных асфальтобетонов характеризуются высокими значениями коэффициента водостойкости и не слеживаются при длительном хранении. Технологически правильно составленная и уложенная смесь обнаруживает высокие эксплуатационные качества. В частности, сохраняется текстура и эстетический вид дороги, обеспечивается устойчивость вяжущего к отслаиванию и выбросу щебня, а срок службы покрытия после ремонта продлевается не менее чем на 3 года. Таким образом, появляется возможность увеличить сроки до начала среднего или капитального ремонта участка дороги при сохранении хороших условий движения, безопасности и комфорта для потребителей.

На основании достигнутых технико-экономических показателей внедрения технологии получения складированных эмульсионно-минеральных смесей принято решение о производстве основной массы ремонтного асфальтобетона по холодной технологии, что, наряду с экономией битума, позволит полностью исключить расход топочного мазута и снизить затраты по амортизации установки для его производства.

ПЕРЕРАБОТКА ХРОМСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ КОЖЕВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ФОСФАТНОЕ СВЯЗУЮЩЕЕ

Бычек И.В., Капитанова О.А., Богданович И.А.

На предприятиях РБ имеются техногенные продукты, потенциально пригодные для получения фосфатных связующих. Так, на крупнейшем в Европе Минском производственном кожевенном объединении, построенном в 1986г. в пос. Гатово Минской области в результате переработки кож образуются многотоннажные хромсодержащие отходы. Основанием для переработки данного отхода является тот факт, что в его состав входят оксиды кальция, магния, алюминия, хрома, которые при взаимодействии с фосфорной кислотой обра-

зуют продукты, обладающие вяжущими свойствами. На заводе для резкого сокращения количества отхода было предусмотрено сжигание образующегося от переработки кож ила во вращающейся печи, с образованием 10-11 тонн в сутки хромсодержащей золы. Однако, в связи с отсутствием потребителей золы и тем, что при обжиге образуются соединения хрома, в том числе и токсичного шестивалентного, которые частично выносятся из печи с отработанными дымовыми газами, установки для сжигания ила до сих пор не функционируют. Ил складировать в шламонакопителях, нанося тем самым вред окружающей среде.

Поэтому, с целью решения данной технической и экологической проблемы нами предложено вводить в ил перед обжигом глину, которая оптимизирует процесс термообработки и уменьшает пылеунос золы. Полученную таким образом золу мы предлагаем перерабатывать на фосфатное связующее, оптимальный состав которого – 90-95 масс. % фосфорной кислоты и 5-10 масс. % золы. На основе полученного фосфатного связующего могут быть разработаны огнеупорные бетоны, штучные огнеупорные изделия, которые по своим свойствам не уступают импортным дорогостоящим огнеупорным материалам.

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ НА СТОЙКОСТЬ ПОЛИЭТИЛЕНА К ТЕРМООКИСЛЕНИЮ

Яценко В.В., Кречко Н.А.

Эксплуатационные параметры полимеров связаны, наряду с другими факторами, с их устойчивостью к фото- и термоокислению. Процесс этот изучен для ряда крупнотоннажных полимеров, но в современных условиях при создании композитов длительного срока службы актуальной является проблема создания наполненных полимерных систем. Нами изучались закономерности влияния наполнителей на термостабилизацию полиэтилена высокого давления, стабилизированного рядом стабилизаторов сложного механизма действия.

Используя термогравиметрический, дифференциальный термический анализ, изучая кинетику окисления наполненных мелом, тальком, стекловолокном композиций полиэтилена установлено, что наполнитель оказывает влияние на параметры процесса деструкции полимера. Наблюдается заметное смещение температуры максимума выделения летучих продуктов на стадии разложения полимера в сторону более высоких температур для композиций с мелом и стекловолокном. Присутствие талька приводит к увеличению потери массы на стадии десорбции. Можно предположить, что наполнители по-разному влияют на процесс деструкции, что связано, на наш взгляд, с природой поверхности этих наполнителей. Частицы наполнителя, как компонент композита, играют роль барьера, на котором может прерваться перемещение свободной валентности в реакции R^0 с РН. Кроме того, наполнители ограничивают подвижность макромолекул полимера в целом и сегментов в отдель-

ности, что тормозит процесс разложения полимера. Эстафетный механизм переноса свободной валентности можно заменить более быстрым диффузионным, если ввести вещество-переносчик, которым является, к примеру, тальк. Имея кислую природу поверхности, тальк может обменивать макрорадикалы PO_2^{\cdot} на низкомолекулярные RO_2^{\cdot} , которые могут диффундировать по полимеру. Таким образом, в ряду исследованных наполнителей в присутствии талька происходит перевод эстафетного механизма переноса валентности в диффузионный.

РАЗРАБОТКА ЛЕГКОПЛАВКОГО СТЕКЛА ДЛЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СПАЕВ И ГЕРМЕТИЗАЦИИ ПРИБОРОВ

Рачковская Г.Е., Захаревич Г.Б.

Повышение эффективности общественного производства зависит, в первую очередь, от экономного использования сырья, материалов и топливно-энергетических ресурсов. Наша республика обладает ограниченными топливно-энергетическими ресурсами, и поэтому очень остро стоит вопрос об экономии энергоресурсов в промышленности, особенно в энергоемких ее отраслях. Стекольное производство относится к энергоемким отраслям промышленности. Получение большинства силикатных стекол требует достаточного высоких температур синтеза, порядка 1500-1600 °С, а иногда и выше.

Наши исследования направлены на разработку легкоплавкого стекла специального назначения, температура синтеза которого 900-950 °С. Стекло предназначено для спаев и герметизации приборов в радиоэлектронной промышленности и приборостроении.

С целью повышения легкоплавкости стекол в их составы введены оксиды цинка, свинца и теллура, обеспечивающие в силу высокой поляризуемости катионов, низкую температуру плавления. Синтезированные стекла характеризуются пониженной температурой размягчения 280-320°С. Температура спаивания составляет 500-520 °С.

На основе разработанных легкоплавких стекол получены низкотемпературные спаи стекла с кварцем и пьезокварцем, что позволило создать новый тип кварцевого термочувствительного резонатора, на базе которого наша отечественная промышленность освоила выпуск экологически чистых, безртутных медицинских термометров (НПО “Интеграл” з-д “Электроника” г. Минск) и часов - термометров (Пинский з-д “Камертон”).

Разработанное легкоплавкое стекло рекомендовано для спаев с алюминием и его сплавами в производстве облегченных узлов радиоэлектронной аппаратуры и перспективно с точки зрения снижения металлоемкости и энергоемкости электронного производства.

Таким образом, использование разработанного легкоплавкого стекла в электронной технике и приборостроении даст возможность применить энергосберегающую технологию формирования низкотемпературных спаев с квар-

цем, пьезокварцем, алюминием и его сплавами в производстве микросборок, узлов и приборов.

МНОГОЖЕЛЕЗИСТЫЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ОТХОДЫ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТЕКЛОВИДНЫХ ПОКРЫТИЙ

Колонтаева Т.В., Левицкий И.А., Дятлова Е.М.

Существенная экономия дорогостоящих сырьевых материалов при производстве глазурных покрытий может быть достигнута путем использования отходов различных производств в качестве железосодержащего дешевого сырья. В частности, большой интерес представляют собой многожелезистые шламы нейтрализации гальванических стоков методом осаждения с помощью железных электродов, который находит все более широкое применение в гальваническом производстве.

Задачей исследования являлось изучение возможности утилизации гальванических отходов НПО “Ратон” и “Гомсельмаш” (г.Гомель). Указанное сырье характеризуется достаточно стабильным химическим составом, наличием целого ряда красящих оксидов, что позволяет частично или полностью заменить дорогостоящие керамические пигменты, импортируемые в нашу республику. Остаточная влажность отходов после операции нейтрализации составляет более 70% и требуется их предварительная сушка. Гальванические отходы являются тонкодисперсным сырьем (размер частиц менее 0,05 мм). Содержание оксидов железа ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$) составляет более 35 мас. %.

Изучение возможности введения отходов в глазурные стекла проводилось по трем направлениям, а именно шламы добавляли: 1) в предварительно синтезированную глазурную фритту при помоле; 2) в предварительно подготовленную шихту с последующим высокотемпературным синтезом; 3) в нефритованные глазурные покрытия. Результаты исследования показали, что добавление отходов в готовую фритту не обеспечивает получение качественных покрытий, они имеют каменистую структуру поверхности с отчетливыми железистыми включениями, для расплавления которых температура обжига покрытий (950 °С) оказалась недостаточной.

При введении отходов в стекольную шихту и нефритованные глазури были получены качественные покрытия блестящей фактуры. Цвет - от бежевого до шоколадно-коричневого в зависимости от количества вводимых гальваншламов. Введение отходов позволило снизить температуру синтеза глазури на 50-100 °С.

Температура обжига покрытий 850-950 °С, время выдержки при максимальной температуре – от 15 до 60 мин. Разработанные материалы могут быть использованы для глазурования изделий строительной и художественной керамики.

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОРДИЕРИТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Терещенко И.М., Пищ И.В., Пунько Г.Н., Солоха Г.И.

Керамические изделия на основе кордиерита издавна привлекают внимание исследователей благодаря их уникальной термостойкости, обеспечиваемой низким ТКЛР ($0,8-3 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ в интервале температур 20-1200 °С), а также линейным характером термического расширения. Благодаря этим свойствам кордиеритовая керамика прекрасно ведет себя в обжиге при нестационарных условиях, особенно в скоростных печах, где материал (огнеупор печи, футеровка вагонеток) подвергается резким термическим циклам.

Недостатком кордиеритовой керамики является высокая температура спекания (обеспечивающая одновременно синтез кордиерита в массе) и узкий температурный интервал обжига, а также высокая усадка при обжиге изделий.

Целью настоящей работы являлось снижение температуры кордиеритообразования опытных масс за счет использования эффективных добавок, благоприятно влияющих также на технологические параметры производства изделий из них. В ходе испытаний опробованы различные добавки: промышленное стекло, нефелин-сиенит, полевые шпаты, а также специально синтезируемый катализатор, интенсифицирующий кордиеритообразование в опытных составах масс, синтезируемых на основе глинистого сырья, глинозема и талька.

В результате проведенных испытаний на основе масс, содержащих 4-5% катализатора удается получать изделия, обладающие значением $\alpha=2,5-3,1 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$, термостойкостью более 650 °С при низких температурах синтеза 1200-1230 °С.

Таким образом, температура кордиеритообразования для опытных масс снижена на 100-130 °С в сравнении с традиционными кордиеритовыми массами, что обеспечивает решение актуальной для республики проблемы сбережения энергоресурсов.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ АНГОБИРОВАНИЯ ОБЛИЦОВОЧНЫХ ПЛИТОК

Терещенко И.М., Пунько Г.Н., Солоха Г.И.

Весьма перспективным и эффективным способом повышения декоративных и эстетических свойств отечественных облицовочных плиток следует считать их ангобирование.

Основная сложность при получении устойчивых к внешним воздействиям ангобированных облицовочных плиток состоит в выявлении связи химического состава ангоба с уровнем его основных свойств – водопоглощения,

ТКЛР, адгезией к черепку и глазури и качеством покрытий.

В ходе проведенных экспериментов установлено оптимальное содержание R_2O в составе опытных ангобов. Его превышение приводит к отскоку глазури, при низком же содержании щелочных оксидов ухудшается сцепление между ангобом и черепком.

Как показали испытания, соотношение коэффициентов линейного расширения черепка, ангоба и глазури оказывает существенное влияние на термостойкость ангобированных плиток. Установлено, что толщина слоя ангоба, наносимого на изделие, также оказывает существенное влияние на термостойкость изделий, т.е. соотношение толщин слоев ангоба и глазури.

Изучение физико-химических свойств ангобированных плиток показало, что при отработанных технологических параметрах процесса достигаются следующие положительные изменения по сравнению с неангобированными изделиями:

- полная маскировка естественного цвета черепка (терракотовый);
- снижение расхода дорогостоящей и дефицитной глазури на 35-45% (ресурсосберегающий эффект);
- возрастает белизна глазурного покрытия на 6-8%;
- повышается блеск поверхности изделий на 3-4%;
- полностью исключается дефект “просвечиваемость края” на опытных изделиях;

- зафиксировано повышение морозостойкости ангобированных плиток по сравнению с неангобированными: 8-9 циклов от +20 до -20 °С против 4-5 циклов.

Опираясь на данные изучения термо- и морозостойкости можно утверждать, что по долговечности ангобированные плитки не уступают традиционным изделиям, обеспечивая снижение затрат на производство облицовочных плиток за счет снижения расхода глазури.

СНИЖЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СИНТЕЗА ТИАЛИТОВОЙ КЕРАМИКИ

Поповская Н.Ф.

Развитие науки и техники в ряде случаев требует применения материалов, обладающих низким коэффициентом линейного теплового расширения (ТКЛР) и высокой термостойкостью. Одним из таких материалов является титанат алюминия Al_2TiO_5 (тиалит), обладающий высокой температурой плавления (1860 °С) при слабоотрицательном ТКЛР (от $+3 \cdot 10^{-7}$ до $-19 \cdot 10^{-7}$ град-1) в сравнительно широком диапазоне температур. Широкому применению керамики из титаната алюминия в промышленности препятствует высокая температура синтеза (порядка 1600-1700 °С), понизить которую можно, применив один из методов химического осаждения. Отличительной особенностью данных методов является то, что они позволяют получать порошки сложного

химического состава, регулировать микроструктуру условиями осаждения, осуществляя смешение на молекулярном уровне, что существенно повышает скорость твердофазного взаимодействия. Вышеперечисленные обстоятельства позволяют снизить энергопотребление и повысить качество керамических материалов, полученных на базе данных порошков.

Исследовано влияние различных факторов (рН среды, порядка осаждения, природы TiO_2 , температурно-временных показателей) на фазовые превращения, протекающие в керамических материалах в процессе их термообработки. Установлено, что существенное значение имеет как величина рН среды при получении осадков, так и порядок осаждения.

В работе показано, что использование порошков, полученных методом химического осаждения, позволяет снизить температуру синтеза заданных кристаллических фаз на 150-200 °С и повысить их количественный выход.

Работа выполняется при поддержке Белорусского республиканского Фонда фундаментальных исследований.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ НА ХИМИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Кирдяшкина Н.А., Пищ И.В.

Химически стойкая керамика должна противостоять действию агрессивных реагентов: кислотам, щелочам, растворам солей.

Химическая устойчивость керамических материалов зависит от фазового состава, прочности внутренних структурных связей материала, теплот образования, входящих в состав керамики оксидов. Наибольшая теплота образования (1680 Дж/моль) и прочность связи наблюдается у Al_2O_3 . Поэтому керамика, содержащая максимальное количество Al_2O_3 , наиболее устойчива к воздействию агрессивных сред. Практически в состав химически стойкой керамики вводятся глины, каолины, флюсующие и отошающие добавки: бой шамота, стеклобой, гранитные отсеvy, гальванические шлаки и другие компоненты.

В результате проведения исследований установлено следующее:

1. При использовании в качестве отошающей добавки в керамической массе боя огнеупорных изделий при определении гранулометрического состава, спекшиеся изделия обладают высокой механической прочностью и химической устойчивостью (98% по отношению к концентрированной серной кислоте).

2. Добавка гальванического шлама в керамическую массу в количестве 5÷15 мас. % оказывает положительное влияние на процесс спекания, прочность, повышает термостойкость. Установлено оптимальное количество добавки, изучен процесс твердофазового спекания, а также физико-технические свойства керамических материалов. Установлено, что химическая стой-

кость материала зависит в первую очередь от состава и количества стекловидной фазы. В основном шлак, введенный в состав массы, при высоких температурах переходит в стеклофазу. Наличие в составе шлаков оксидов RO , R_2O позволяет повышать щелочестойкость керамических материалов.

На основании проведенных исследований можно рекомендовать вводить в состав керамических масс химически стойкой керамики отходы промышленного производства и тем самым решать вопросы ресурсосбережения и экологии.

В качестве сырьевых материалов использовались белорусские тугоплавкие глины и каолины взамен импортируемых из стран СНГ. Температуры обжига химически стойких изделий на их основе ниже на 100-150 °С по сравнению с существующими аналогами, что позволит также решить вопрос об уменьшении расхода условного топлива.

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АРМИРОВАННЫХ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПРЕПРЕГОВ

Орач В.М.

Для современного уровня развития технологии получения и переработки пластических масс характерно использование оборудования большой единичной мощности, интенсификация процесса переработки, расширение ассортимента перерабатываемых материалов, особенно за счет увеличения доли композиционных материалов.

Одним из наиболее эффективных способов повышения физико-механических характеристик полимеров является армирование. Метод получения армированных волокнисто-пористых материалов заключается в распылении экструдированной расплава термопластичного полимера (полиэтилена, полипропилена, полиамида или полиэфира) и одновременной намотке стеклянного или синтетического волокна на барабан приемного устройства. В результате формируется волокнисто-пористый армированный препрег, из которого методом прямого прессования получают листы необходимых размеров. Варьирование типом полимера и арматуры, степенью наполнения и набор пакетов с различной укладкой холстов, т.е. с различным направлением армирования, позволяют получать материалы с различными свойствами.

Полученные результаты испытаний и возможность использования стандартного экструзионного оборудования позволяют сделать вывод о целесообразности продолжения исследовательских работ с целью освоения выпуска армированных волокнисто-пористых препрегов, в первую очередь на основе вторичных термопластичных полимеров.

БИТУМНЫЕ И ЭПОКСИДНО-БИТУМНЫЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Дубкова В.И., Кривомаз М.М., Сохадзе В.Ш., Ткаченко Ф.А., Дробот В.С.

Крупнейшая область потребления битумов и эпоксидных смол – производство лакокрасочных материалов для антикоррозионных покрытий по металлическим, бетонным и другим поверхностям. Расширение областей применения покрытий и использование при их разработке отходов производств – одно из перспективных направлений в решении задач ресурсосбережения.

При всех положительных характеристиках, с точки зрения антикоррозионных свойств, преимущественное большинство полимерных антикоррозионных покрытий в силу своей химической природы способствуют накоплению на своей поверхности зарядов статического электричества. Статические заряды не только оказывают нежелательное физиологическое воздействие, но и приводят к нарушению ряда технологических процессов во многих отраслях промышленности и, кроме того, могут быть источником пожаров и взрывов при наличии взрывоопасных паров и пыли. Для того чтобы обеспечить непрерывное рассеяние (стеkanie) статического электричества, а в ряде случаев, для предотвращения удара током из-за неисправности электрических цепей, поверхность должна обладать определённой величиной удельного электросопротивления, которая зависит от конструкции изделия, от способа генерирования заряда и других факторов. Наиболее рациональным способом защиты от статического электричества является применение покрытий из электропроводящих полимерных композиций.

В Институте общей и неорганической химии НАН Беларуси на основе битумного и эпоксидно-битумного связующего и углеродистого наполнителя, изготовленного из отходов производств, разработаны композиционные материалы для покрытий, обладающих высокой устойчивостью к агрессивным средам и низкими значениями удельного объёмного электрического сопротивления (в пределах $3,5 \cdot 10^1 - 25 \cdot 10^3$ Ом·м в зависимости от состава композиции). Изучение эффективности экранирования электромагнитного излучения разработанными покрытиями в диапазоне частот 8,5-70 ГГц показало, что при толщине слоя 0,7-0,9 мм коэффициент ослабления составляет 15-23 дБ, поглощение 30-70%.

Разработанные материалы целесообразно использовать для защиты нефтепроводов, средств вычислительной техники, а также для внутренней отделки помещений, сооружений и производств с повышенными требованиями к пожаро-взрывобезопасности (например, предприятий нефтехимической, радиоэлектронной промышленности).

ПОРОШКОВЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ И ТЕХНОЛОГИЯ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ

**Комарь В.В., Походина Т.А., Калинин Н.Ю., Вячеславова Л.В.,
Остроухова О.А.**

Как известно, широкое применение порошковых полимерных красок обусловлено в первую очередь экологическим, экономическим и энергетическим факторами: коэффициент использования материала при их применении составляет 97-98%, резко уменьшается степень загрязнения окружающей среды, энергозатраты в среднем на 30% ниже, чем при применении жидких красок горячей сушки, в связи с отсутствием растворителей в порошковых красках при их применении устраняется необходимость обезвреживания сточных вод, снижается пожароопасность производства.

Учитывая вышеизложенное, с целью создания порошковых полимерных красок, т.к. в РБ данная продукция не производится, изучено влияние различных отверждающих агентов и модификаторов (ПАВ) на процесс пленкообразования, эффективность отверждения, свойства эпоксиполиэфирных порошковых композиций и покрытий на их основе после механоактивации твердых компонентов. Показано, что в результате механоактивации в присутствии ПАВ повышается активность наполнителя в полимерной среде, что обусловлено созданием на поверхности частиц наполнителя адсорбционного слоя ПАВ, лиофилизирующего поверхность наполнителя по отношению к полимерной среде. Установлено, что введение модификаторов уменьшает температуру плавления композиции, увеличивает скорость процесса формирования пространственной структуры полимера, что позволяет в ряде случаев повышать степень наполнения.

Определены закономерности активирующего действия низкомолекулярных ПАВ и полимерных модификаторов, позволяющие регулировать реологические свойства композиции и степень отверждения. На основе результатов исследования разработан состав порошковой эпоксиполиэфирной краски для формирования защитных покрытий методом электростатического напыления и технология его получения. Результаты испытаний свойств покрытий на основе разработанной краски позволяют рекомендовать ее для получения атмосферостойких защитных покрытий с высокой адгезией к металлу.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИЗКОСОРТНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА И ОТХОДОВ

Бородуля А.В.

В настоящей работе рассматриваются некоторые вопросы энергосбережения с точки зрения целесообразности использования низкосортных (низкоэнергетических) видов топлива и отходов, обладающих собственной калорийностью (теплотворной способностью).

К категории низкоэнергетических (низкосортных, низкокалорийных) относятся материалы с ограниченной теплотворной способностью (как это понимается в классификации твердых топлив) ≤ 4000 ккал/кг.

Приведены технологические схемы, показывающие практическую возможность использования низкосортных твердых топлив по двум вариантам: прямое сжигание и в виде продуктов их предварительной термической переработки (газификации, пиролиза). Эффективность этих вариантов в отдельных схемах требует предварительного экспериментального обоснования.

Использование низкосортных видов топлива и отходов является значительным резервом энергоресурсосбережения в разных отраслях народного хозяйства страны, их экономическая эффективность обуславливается прежде всего возможностью практической реализации предлагаемых технологий.

НОВЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Тартаковски Зенон, Бурса Ян

Одна из важнейших проблем XXI века - это уменьшение количества новых отходов из пластмасс и употребление уже находящихся в среде отходов. 45% всех отходов пластмасс производит упаковочная промышленность. Среди этих отходов: 45% ПЭ, 17% ПП, 12% ПС, 10% ПВХ, 9% ПЭТ и 7% другие. 30% всех отходов подвергается дальнейшей переработке (рециклингу), а из полученного материала вырабатываются технические изделия. Хорошие электрические свойства таких пластмасс, как ПЭ, ПЭТ (PE, PET) могут и не перейти к вторичным.

В статье представлены результаты исследований новых композиционных материалов из ПЭ и ПЭТ (PE + PET). Исследования проведено в специальных условиях внешних воздействий (12 недель, температура +40 °C, влажность - 95%).

Новые материалы имеют хорошие, стабильные механические и электрические свойства. Изделия из них могут работать в трудных условиях.

РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ ОСНОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

**Бобкова Е.Ю., Василевская Л.Н., Гавриленко О.О., Козел С.А.,
Ксенофонтов М.А.**

Недостаток топливно-энергетических ресурсов в республике требует комплексного подхода к использованию природных запасов горючих сланцев и торфопотенциальных источников топлива и углеводородных продуктов. Ключевое место при этом занимает создание безотходных, ресурсосберегающих производств.

Селективное выделение соединений из многокомпонентных смесей предполагает большие материальные и временные затраты. При этом методы химического анализа трудоемки и требуют применения дорогостоящих реактивов. Успех решения этой задачи тесно связан с созданием экспертных систем и разработкой методик распознавания ароматических углеводородов в ассоциированных смесях.

Нами разработаны и реализованы системы адаптации спектрометров с ПЭВМ, обеспечивающие автоматизированный сбор и обработку спектральной информации. Разработаны алгоритмы программного обеспечения специализированной функциональной системы, состоящей из блока ввода спектральной информации; библиотек частот и форм нормальных колебаний, силовых полей и электрооптических параметров; блока структурно-группового анализа и комбинаторного блока. Создание специализированных банков спектральной информации на основании поиска основных спектрально-структурных корреляций, характерных для различных классов соединений, является важной отличительной чертой разработанной нами экспертной системы от уже существующих. Такой подход позволил преодолеть основные трудности, возникающие в процессе идентификации сложных органических соединений – проблему хранения большого числа спектров, распознавание конкретных соединений в ряду веществ, близких по структуре, анализ смесей. Специализированные банки данных позволили не только определять с той или иной степенью достоверности структуру молекул, но и предсказывать ряд их физико-химических свойств.

Эффективность работы системы апробирована на некоторых важных в практическом отношении классах веществ (окси-, диоксibenзолы и т.д.), являющихся попутными продуктами процесса переработки твердых топлив.

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ДЕСТРУКЦИИ СЛОЖНЫХ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Васильева В.С., Шкредова Н.А., Ксенофонтов М.А.

В настоящее время из-за значительного ухудшения экологической обстановки актуальными становятся комплексные ресурсосберегающие природоохранные мероприятия, в задачу которых входит разработка эффективных малоэнергопотребляемых технологий, предотвращающих сброс токсичных загрязнений и создание надежных методов очистки.

Наиболее эффективный метод деструкции загрязнений озонотом. Преимуществом озонирования является отсутствие необходимости использования дополнительных материальных ресурсов, а также отсутствие токсичных выбросов, так как непрореагировавший озон быстро разлагается с образованием кислорода.

Данная работа посвящена разработке эффективных методов деструкции сложных фенольных соединений и их смесей. Для этого создана специализированная установка барботажного типа для озонирования органических веществ, исследованы закономерности взаимодействия сложных фенольных соединений с озоном в водной среде и разработаны методики окисления и идентификации образующихся продуктов.

Выявлена зависимость скорости разложения водных растворов алкилзамещенных диоксибензолов от рН среды и температуры, рассчитаны константы скорости реакции в начальный момент времени. Изучено влияние условий барботажа (скорость и время подачи озона в реактор) на интенсификацию процесса окисления и определены оптимальные условия озонирования данных соединений.

Установлено, что воздействие озона на сложные фенольные соединения сопровождается образованием хинонов, оксипроизводных фенола и набора органических кислот (муконовой, малеиновой, щавелевой, уксусной и др.). Продукты реакции взаимодействуют с озоном, создавая конкуренцию целевой реакции.

Комплекс проведенных исследований показал, что окислительная деструкция является сложным химико-технологическим процессом, для корректного ведения которого необходимо учитывать физико-химические факторы; состав образующихся продуктов реакции, оказывающих влияние на рациональное использование озона; выбор отдельных элементов технологической схемы; энергетические параметры работы функциональных элементов установки.

ПЕНОПОЛИУРЕТАН – ЭФФЕКТИВНЫЙ ТЕПЛОГИДРОИЗОЛИРУЮЩИЙ МАТЕРИАЛ ГАЗО-, НЕФТЕ-, МАЗУТОХРАНИЛИЩ

**Гавриленко О.О., Горбачевич Г.Н., Выдумчик С.В., Ксенофонтов М.А.,
Хатенко А.С.**

В данной работе рассмотрена эффективность использования пенополиуретана в качестве гидро- и теплоизоляции газо-, нефте-, мазутохранилищ, потребность в которых постоянно растет. При этом увеличиваются размеры хранилищ, возрастают требования, предъявляемые к стабильности температур, охране окружающей среды, длительности срока эксплуатации. Расходы на теплоизоляцию таких хранилищ приближаются к 20-25% стоимости их сооружений.

В надежной теплоизоляции нуждаются резервуары для хранения и перевозки низкокипящих жидкостей (сжиженных газов), в том числе природного газа, метана, кислорода, азота, аммиака и др.

Традиционно нефте-, мазутохранилища и резервуары защищают от коррозии лакокрасочными материалами, а теплоизолируют стекловолокном, пеностеклами и изделиями из минеральной ваты с устройством гидроизоляционных покрытий из оцинкованного металла, пленочных полимерных материалов. Указанная конструкция тепловой изоляции малоэффективна и в силу своих физико-механических и теплофизических характеристик не позволяет выполнять качественную тепловую изоляцию.

НИИ прикладных физических проблем им. А.Н. Севченко разработаны современные технологии и специализированное оборудование для нанесения теплогидроизоляционных покрытий из вспененных полимеров, в частности, из пенополиуретана, обладающего наилучшими теплоизоляционными и эксплуатационными характеристиками, коэффициент теплопроводности которого по сравнению с другими материалами значительно ниже. Большим преимуществом пенополиуретана является также и то, что он имеет наименьшую влагопроницаемость, а влага, как известно, снижает эффективность теплоизоляции и может вызвать коррозию металлической подложки.

Высокие теплоизолирующие свойства, технологичность изготовления и относительно низкая стоимость определяют перспективность широкого использования пенополиуретанов в качестве теплоизоляционного материала в резервуаростроении. По сравнению с традиционными способами устройства теплоизоляции метод напыления пенопластов обеспечивает существенное снижение трудоемкости изоляционных работ и снижение стоимости теплоизоляции на 15-20%.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ИЗОТЕРМИЧЕСКИЕ ЕМКОСТИ

**Анушкевич Г.К., Горбачевич Г.Н., Ксенофонтов М.А., Островская Л.Е.,
Хатенко А.С., Цитук И.Э.**

Данная работа посвящена развитию современных представлений о физико-химических процессах формирования микро-, макромолекулярной структуры и свойств газонаполненных полимеров и использованию выявленных явлений и закономерностей для создания новых технологических приемов и методов получения ресурсосберегающих материалов и изделий с прогнозируемыми эксплуатационными характеристиками, в том числе изотермических емкостей.

Технико-экономические характеристики изотермических емкостей, необходимых при производстве, хранении, транспортировке и использовании сжиженных газов, высокотемпературных расплавов и жидких скоропортящихся пищевых продуктов в значительной степени зависят от теплопритока, определяемого эффективностью теплоизоляции.

Главной проблемой, препятствующей созданию таких изделий, до сих пор было отсутствие в нашей республике высокоэффективных теплоизоляционных материалов, современных технологических процессов и специализированного оборудования для их получения.

Учитывая огромную потребность в изотермических емкостях, авторы на Гродненском механическом заводе совместно с НИИ прикладных физических проблем им. А.Н. Севченко, используя системный подход, учитывающий всю совокупность технологических, экономических и эксплуатационных факторов, разработали технологический процесс, создали необходимую оснастку и оборудование и организовали производство серии изотермических емкостей, предназначенных для хранения и транспортировки различных жидкостей.

Трехслойная конструкция металл - теплоизолятор - металл является главной составной частью изотермической емкости и, в основном, определяет теплофизические, механические и эксплуатационные свойства изделий.

В качестве теплоизолирующего материала нами выбран пенополиуретан, что обусловлено его низким коэффициентом теплопроводности, высокой адгезией к металлу, низкой коррозионной активностью и необходимой прочностью.

Заложенное в автоцистерну оригинальное конструктивное решение заполнения межстенного пространства пенополиуретаном, позволило достигнуть необходимой прочности при уменьшенной толщине стенок внутреннего сосуда и защитной оболочки, что позволило значительно снизить металлоемкость конструкций.

СИНЕРГИЧЕСКИЕ СМЕСИ АНТИПИРЕНОВ НА ОСНОВЕ ФОСФОГИПСА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОГНЕСТОЙКИХ ПЕНОПОЛИМЕРОВ

**Дзивицкая Г.Г., Василевская Л.Н., Хатенко А.С., Островская Л.Е.,
Ксенофонтов М.А., Горбацевич Г.Н.**

Интерес к проблемам горючести полимеров и полимерных материалов вызван все более широким применением их в различных областях науки и техники. При этом особое внимание уделяется поиску новых нетоксичных замедлителей горения.

Одними из наиболее перспективных ресурсосберегающих полимерных материалов являются пенополиуретаны, которые, как правило, эксплуатируются при повышенных температурах.

Нами исследованы особенности термоокислительного разложения пенополиуретанов (ППУ) и определен характер взаимодействия огнегасящих добавок с полимерными матрицами при различном способе их введения в полимер. В качестве антипиренов использовали оксид алюминия, борную кислоту, фосфогипс и смеси этих наполнителей. Антипирены вводили в исходные компоненты и контролировали физико-химические изменения, происходящие в полученных системах. Кинетику процесса контролировали по расходу изоцианатных групп объемным химическим методом и по изменению вязкости системы в процессе ее формирования.

Методом ДТА проведено исследование влияния состава антипиренов на характер термодеструкции ППУ. Термический анализ указывает на возможную термическую стабилизацию ППУ при введении фосфогипса и синергических смесей на его основе, которые при пиролизе и при термоокислительной деструкции образуют карболизированный слой на поверхности горящего изделия.

Методом ИК спектроскопии показано, что основные изменения в спектрах происходят при добавлении борной кислоты, фосфогипса и синергических смесей на их основе. Характер изменений в ИКС свидетельствует о возможном образовании водородных связей в данной системе, чем объясняется ее пониженная горючесть.

Проведено сопоставление различных методов исследования в процессе термической деструкции ППУ и показана связь между термической стабильностью и горючестью.

В качестве замедлителей горения ППУ предложены экологически чистые антипирены, выпускаемые в промышленных масштабах, введение которых на стадии получения ППУ дает возможность целенаправленного проведения химической модификации полимеров.

Содержание

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ	3
РЕСУРСΟΣБЕРЕЖЕНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: РЕЗУЛЬТАТЫ И ПРОБЛЕМЫ Свириденюк А.И., Трофимов В.П.	3
СОЗДАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОЧИСТКИ СТОКОВ, ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ШЛАМОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ Войтов И.В.	5
ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ И НЕТРАДИЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ	6
ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ СОЗДАНИЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЖИДКИХ ОРГАНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА Пуляев В.Ф., Борисевич В.А., Соловьев В.Н., Гудкова Л.К., Старченко Т.В.	6
РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРОВ МИНИТЕПЛООБМЕННИКОВ НА ТЕПЛОВЫХ ТРУБАХ Конев С.В.	7
ГЕЛИОПОДОГРЕВАТЕЛИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕИЗОБРАЖАЮЩИХ КОНЦЕНТРИРУЮЩИХ СИСТЕМ Кузьмич В.В., Русан В.И., Конев В.С.	8
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА В ПРОИЗВОДСТВЕ ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ Терентьев А.А., Федотов А.И., Короленко Г.Т., Васильев В.Т., Шамара Н.С., Лис А.В.	9
ПОДОГРЕВ ВОДЫ НА КОТЕЛЬНОЙ С ПОМОЩЬЮ ГЕЛИОНАГРЕВАТЕЛЕЙ Ильяхин Ю.Д., Новаш Л.В.	9
ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК ПРИ СЖИГАНИИ ЛИГНИНА Зацепин О.И., Фалюшин П.Л., Павлюкович П.А., Керко П.Ф., Ковалева И.С., Рытвинская Э.В., Копец З.В.	11
ВЛИЯНИЕ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ЖКТ НА КОРРОЗИЮ МАТЕРИАЛОВ КОТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ КОРРОЗИИ Зацепин О.И., Фалюшин П.Л., Павлюкович П.А., Керко П.Ф., Ковалева И.С., Рытвинская Э.В., Копец З.В.	11
ГАЗОГЕНЕРАТОРНАЯ УСТАНОВКА НА РАЗЛИЧНОМ ПО КРУПНОСТИ МЕСТНОМ ТОПЛИВЕ Лапшов А.В., Куликов И.С., Фалюшин П.Л.	12
ВАРИАНТЫ ЗАМЕЩЕНИЯ ТОПЛИВА ПУТЕМ СОВМЕСТНОГО СЖИГАНИЯ С БИОМАССОЙ ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕПЛА И ЭНЕРГИИ В БЕЛАРУСИ Якушев А.П., Гребеньков А.Ж., Соловьев В.Н.	13
ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК (ВЭУ) Кашин Ю.А., Кашина Р.Е.	14

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТИПА И КОНСТРУКЦИИ ГЕЛИОМОДУЛЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УСЛОВИЯМ РБ Конева Н.С., Захаренков М.В.	15
РАЗРАБОТКА ДЕМОНСТРАЦИОННОЙ ГЕЛИОВОДОПОДОГРЕВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДГПС–100 ДЛЯ САНАТОРИЯ “ИСЛОЧЬ” Домород Л.С., Болдак И.М.	15
ДИЗЕЛЬНОЕ БИОТОПЛИВО ИЗ РАПСА Симицкий В.В., Кабо Г.Я., Антонова З.А., Крук В.С.	16
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ С ЦЕЛЬЮ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА МОБИЛЬНЫХ ПРОЦЕССАХ Горин Г.С., Сильченко А.А.	17
РЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БЫТОВОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ ТОРФА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ Лисай Н.К.	19

РЕЦИКЛИНГ И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ	20
PET'S CHEMICAL DEGRADATION PRODUCTS AS NEW HARDENERS OF EPOXY COMPOSITIONS Fabrycy Ewa, Michalski Janusz	20
ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ИЗ ОТХОДОВ ПОЛИМЕРОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА Белоцерковский М.А., Федаравичус А.В.	21
ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ УСТАНОВКА РЕГЕНЕРАЦИИ ЖИДКИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ Циглинский В.С., Семенович И.В., Бразовский И.И., Сасковец В.В., Самойленко В.В., Федоров В.Г., Борисюк В.В.	22
ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛЬНОГО ВОЛОКНА Новиков О.А., Гринюк Е.В., Бражников М.М., Круль Л.П.	23
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ОБУВИ ИЗ ОТХОДОВ ТЕРМОПЛАСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОДНОСКОВ Буркин А.Н., Шевцова М.В., Матвеев К.С.	23
ПОДОШВЕННЫЙ МАТЕРИАЛ ИЗ ОТХОДОВ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВ Буркин А.Н., Матвеев К.С.	24
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ СТЕЛЕЧНЫХ КАРТОНОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОБУВИ Буркин А.Н., Матвеев К.С., Трофименко О.И.	25
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРИСТЫХ ТИТАНОВЫХ РЕГЕНЕРИРУЕМЫХ МЕМБРАН ДЛЯ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРАЦИИ ЯБЛОЧНОГО СОКА Полюян А.Ф., Шабловский В.О., Лысенко Ю.Ю.	26
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТРАБОТАННЫХ НИКЕЛЬСОДЕРЖАЩИХ ПЛАСТИН АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЛИГАТУР Иванов Д.Э., Полянский А.В., Шитов Е.И.	26
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ОЛОВЯНИСТЫХ ПРИПОЕВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ЧУГУНОВ Шитов Е.И., Урбанович Д.В., Полянский А.В.	27

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ПРОЦЕССАХ УТИЛИЗАЦИИ СОЕДИНЕНИЙ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ Панасюгин А.С., Лабецкая М.В., Ильиных Н.П., Машерова Н.П.	28
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ФОСФАТА ТИТАНА, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ОТХОДОВ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ТИТАНА Шабловский В.О., Тикавий В.Ф., Полюян А.Ф.	29
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ ШИХТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ЗАГОТОВОК ГИЛЬЗ ФОРСИРОВАННЫХ ДИЗЕЛЕЙ Бодяко А.М., Галагаев С.В., Бевза В.Ф.	30
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ ОТХОДОВ И ЛОМА ДЛЯ ЛИТЬЯ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ Андрушевич А.А., Чурик М.Н.	31
ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОНА НА ОСНОВЕ ТОРФОБИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО Бабенко Э.М., Ермак А.А., Ткачев С.М.	32
ПОЛУЧЕНИЕ ПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИДОВ ЖЕЛЕЗА ИЗ ОТХОДОВ СТАЛИ ШХ15 МЕТОДОМ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА Ильющенко А.Ф., Талако Т.Л., Беляев А.В., Дмитрович А.А., Лецко А.И.	33
ТЕРМОПЛАСТЫ С НАПОЛНИТЕЛЯМИ ИЗ ОТХОДОВ РЕАКТИВНЫХ СМОЛ Тартаковски Зенон	33
УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ВОЛОКНА ТЕРЛОН ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ФЕНИЛОНА Буря А.И.	34
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ОКИСЛЕННЫХ БИТУМОВ Али Халид, Ткачев С.М., Хорошко С.И.	35
ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА БАЗЕ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ Ткачев С.М., Якубовский С.Ф., Хорошко С.И., Покровская С.В.	35
КРОВЕЛЬНЫЕ И ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ТОРФОБИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО Ермак А.А., Ткачев С.М., Зубова А.В.	36
СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ПОРИСТОЙ КЕРАМИКИ ИЗ ОТХОДОВ СТРОЙМАТЕРИАЛОВ Алескеенко Ю.А., Подденежный Е.Н., Судник Л.В.	37
ПОЛУЧЕНИЕ ВЯЖУЩИХ ИЗ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ Кузьменков М.И., Сакович А.А., Стариков В.М.	38
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЛОКНИСТОГО ПОЛУФАБРИКАТА ВЫСОКОГО ВЫХОДА НА ОСНОВЕ ДЕФИБРАТОРНОЙ МАССЫ В КАРТОННО-БУМАЖНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ Соловьёва Т.В., Кузёмкин Д.В.	38
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШЛАМА ОТ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ВОД В КАЧЕСТВЕ ОТВЕРДИТЕЛЯ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ КЛЕЕВ Барташевич А.А., Бахар Л.М., Игнатович Л.В.	39
МАЛООТХОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗНОСОСТОЙКИХ ПЕТРОСИТАЛЛОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ Бобкова Н.М., Баранцева С.Е., Залыгина О.С.	40
ПОЛУЧЕНИЕ КАМНЕЛИТЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ Баранцева С.Е., Бобкова Н.М., Аксаментова Н.В.	41

ВЛИЯНИЕ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НА УДАРНУЮ ВЯЗКОСТЬ УГЛЕПЛАСТИКОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДА-6 Буря А.И., Деркач А.Д., Свириденко А.И.	42
К ВОПРОСУ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ Строкун Л.И., Лоза В.М., Антоненко В.И. ...	43
РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ И ЛИГНИНА Дедюхин В.Г., Мухин Н.М., Ставров В.П.	44
КОСТРА ЛЬНА – МАТЕРИАЛ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ В ЗАКРЫТЫХ ПРЕСС-ФОРМАХ БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЮЩИХ Дедюхин В.Г., Мухин Н.М., Ставров В.П.	44
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ПРОБЛЕМЕ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ И УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ Ю. Будиловскис	45

РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 48

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ КАРДАННЫХ ПЕРЕДАЧ С ПОЛИМЕРНЫМ АНТИФРИКЦИОННЫМ ПОКРЫТИЕМ Кравченко В.И., Дереченик Л.И., Костюкович Г.А.	48
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ С ПОВЫШЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НА ОСНОВЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ХРОМА Лещик С.Д., Струк В.А.	49
ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОТЕКСТИЛЕЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ Лыщик П.А., Гармаза А.К.	49
РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОЦЕССА ГАЗОПЛАМЕННОГО ПРОВОЛОЧНОГО НАПЫЛЕНИЯ ПОКРЫТИЙ Белоцерковский М.А., Сухоцкий П.Г.	50
РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИРОВКИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ Куликов И.С., Вашенко С.В., Ермаков В.Л., Каменев А.Я.	51
ПРОДЛЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ КРУПНОГАБАРИТНОГО ДОРОГОСТОЯЩЕГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО И НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЗА ПРЕДЕЛАМИ РАСЧЕТНОГО РЕСУРСА Куликов И.С., Каменев А.Я., Климова Л.А.	52
НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫЙ ПОЛИАКРИЛАМИД КАК ОСНОВА КЛЕЕВ ДЛЯ СИСТЕМЫ СТЕКЛО-БУМАГА Якимцова Л.Б., Бражников М.М., Круль Л.П. ...	53
ИМПУЛЬСНЫЙ ПЛАЗМЕННЫЙ ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРОНОВ Груздев В.А., Залесский В.Г., Антонович Д.А., Голубев Ю.П.	54
МЕТАЛЛИЗАЦИЯ ПЛАСТИКОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭКРАНОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ Степанова Л.И., Пуровская О.Г., Мозолевская Т.В.	54
РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ ПОКРЫТИЯ ЦИНК-НИКЕЛЬ Бык Т.В., Цыбульская Л.С., Гаевская Т.В.	55

ПРОИЗВОДСТВО ТЕПЛОСТОЙКИХ И ТЕПЛОИЗОЛИРУЮЩИХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СИЛАНОЛЬНОСПИВАЕМЫХ ПОЛИОЛЕФИНОВ Морозова Л.С., Хვაгова Т.П., Высоцкая М.И.	56
ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КАНАТОВ НА ИХ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ Щерба В.Я., Дворник А.П., Белько С.Л.	57
СФЕРИЧЕСКИЙ ШТАМП ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ЛИСТОВЫХ КОМПОЗИТОВ Карпушко А.В., Свирский Д.Н., Федосеев Г.Н.	58
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ НАПЛАВКИ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА НА РАБОЧИЕ ОРГАНЫ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН Гафо Ю.Н., Широкий И.В., Сосновский А.В.	59
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ФОРМИРОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЯ Басинюк В.Л., Белоцерковский М.А., Леванцевич М.А., Макаревич Г.В.	60
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПНЕВМОТЕКСТУРИРОВАННЫХ НИТЕЙ НАГОННЫМ ТРЕХСКОРОСТНЫМ СПОСОБОМ ФОРМИРОВАНИЯ Скобова Н.В., Ясинская Н.Н., Коган А.Г.	60
СБЕРЕЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ДУГОВОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ Ивашко В.С., Буйкус К.В.	61
ПОРИСТЫЙ ПОРОШКОВЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА Савич В.В., Пилиневич Л.П., Гракович П.Н., Тумилович М.В.	62
ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ Невзорова А.Б., Врублевская В.И.	63
ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ РАСТВОРИМОСТЬЮ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН И СПОСОБНОСТЬЮ ИХ К РАЗМОЛУ Шлык Е.Г., Горский Г.М., Алексеев А.Д. ..	63
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ГИДРОФОБИЗАЦИИ БУМАГИ И КАРТОНА В НЕЙТРАЛЬНОЙ СРЕДЕ В ПРИСУТСТВИИ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТОВ Черная Н.В., Ламоткин А.И., Эмелло Г.Г., Жолнерович Н.В.	64
ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИЭФИРНЫХ МИКРОВОЛОКОН В ПРЯДИЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ Коган А.Г., Баранова А.А.	65
ИССЛЕДОВАНИЕ РОТОРНО-ЦЕНТРОБЕЖНОЙ МЕЛЬНИЦЫ СО ВСТРОЕННЫМ ПРОТОЧНЫМ КЛАССИФИКАТОРОМ Вилькоцкий А.И., Левданский А.Э.	65
ВЫСОКОТЕРМОСТОЙКИЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ТЕРМОЦИКЛИРОВАНИЯ Дятлова Е.М., Тижовка В.В., Миненкова Г.Я., Колонтаева Т.В.	67
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ МЕТОДОМ ПЕНО- И ГАЗООБРАЗОВАНИЯ Дятлова Е.М., Гайлевич С.А., Миненкова Г.Я.	68
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЦВЕТНЫХ ГЛАЗУРЕЙ Левицкий И.А., Радченко Ю.С.	69
ЦВЕТНЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАССЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛАУКОНИТОВ Левицкий И.А., Павлюкевич Ю.Г., Мурашко Л.В.	70
СТЕКЛА И ГЛАЗУРИ ЛИКВАЦИОННОГО ТИПА Папко Л.Ф., Левицкий И.А.	71

НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ЭКСТРУЗИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ПОВЫШЕННОЙ ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬЮ В ИЗГОТОВЛЕНИИ Барсуков В.Г., Орач В.М., Сечко А.Э., Барсуков В.В., Бабко Д.В., Поleshko Е.В.	72
СРАВНЕНИЕ СТОЙКОСТИ К ГАЗОАБРАЗИВНОМУ ИЗНАШИВАНИЮ ПОЛИУРЕТАНОВОГО ЭЛАСТОМЕРА И СТАЛИ Базыль Крупич	72
РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКТОВ ИЗ КАРТОФЕЛЯ Паромчик И.И., Решетников В.Н., Скачков Е.Н., Городецкая Е.А., Алексеева Е.И., Войцеховская Е.А.	74
МНОГОУРОВНЕВАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ВИБРАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ РОТОРНЫХ МЕХАНИЗМОВ Бранцевич П.Ю., Костюк С.Ф.	75
ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ КОМПОЗИТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ Подлозный Э.Д. ..	76
ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ХРОМСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ Ковчур А.С., Нетсев Ю.А.	77
ПОВЕРХНОСТНАЯ ОБРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ: ПРИМЕНЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЯ, ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ Сидорский С.С., Рогачев А.В.	77
КОМПЛЕКСНЫЕ МОДИФИКАТОРЫ ДЛЯ СМАЗОЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ Овчинников Е.В., Демченко Д.В.	78
ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ВОДОРАСТВОРИМЫМИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ Овчинников Е.В., Струк В.А., Беляй А.С.	79
ГЕОМОДИФИКАТОРЫ ДЛЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ Овчинников Е.В., Струк В.А., Скаскевич А.А., Ларин И.Ю.	80
ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПРЕЦИЗИОННЫХ УЗЛОВ ТРЕНИЯ ПУТЕМ НАНЕСЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ ПОКРЫТИЙ Попов А.Н., Казаченко В.П., Рогачев А.В., Снытко А.В.	80
РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ УЗЛОВ ЛОКОМОТИВОВ Снытко А.В., Рогачев А.В., Сухопаров С.И.	81
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВАКУУМНОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ Сидорский С.С.	82
КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕСЯ ДЛЯ РЕМОНТА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА Терешко Ю.Д., Снытко А.В., Семенговский А.В.	83
СОКРАЩЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ МЕЛАНЖЕВОЙ ПРЯЖИ Рыклин Д.Б., Коган А.Г.	84
ЭКОНОМИЯ ЭНЕРГИИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ..	86
ПРЕССОВАНИЕ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ УВЕЛИЧЕННОЙ ТОЛЩИНЫ Тулейко В.В., Снопков В.Б.	86
ТЕРМОХИМИЧЕСКАЯ КОНВЕРСИЯ АГРООТХОДОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ И ДРУГИХ ПРОДУКТОВ. Бородуля В.А., Виноградов Л.М., Болотов В.В.	87

КАВИТАЦИОННЫЙ ТЕПЛОВОЙ НАСОС Гречихин Л.И., Кузьмич В.В.	87
СЖИГАНИЕ НИЗКОСОРТНЫХ ТОПЛИВ МЕТОДОМ ВЕРТИКАЛЬНОГО КРУГОВОГО ВОРОШЕНИЯ Северянин В.С., Черников И.А.	88
ТЕПЛООБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ПОРОШКОВЫХ КАПИЛЛЯРНЫХ НАСОСОВ-ИСПАРИТЕЛЕЙ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ Мазюк В.В., Рак А.Л., Балашенко А.В.	90
ПРИМЕНЕНИЕ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ВЯЖУЩИХ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ГРУНТОВ Лыщик П.А., Марцинкевич С.Ф. 91	91
ЭНЕРГО - РЕСУРСОРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ УПРАВЛЯЕМОГО ВОДОВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ Ознобишин А.Н., Желудкевич М.С., Герман М.Л.	92
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФА ВЫБЫВШИХ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЛОЩАДЕЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БЫТОВОГО ТОПЛИВА Гаврильчик А.П., Смеловский В.Е., Мультап С.Т., Пискунова Т.А., Костюков А.С., Саванец Е.А., Лис А.В., Вечер Д.А.	93
ПРИМЕНЕНИЕ ИНФРАКРАСНОГО СПОСОБА ОБОГРЕВА В МАШИНАХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН Ильин В.Г., Строкун Л.И., Антоненко В.И.	93
СМАЗКА ДЛЯ СКОЛЬЗЯЩИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОНТАКТОВ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА Абраменко В.В.	94
РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ СХЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ УСТАНОВКИ ОГНЕВОГО ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ СТОКОВ Семенов А.С., Назаров А.С.	95
ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ В ПРОМЫШЛЕННОС- ТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ Колыхан Л.И., Клименков Ю.В., Малевич В.Л., Пархомова З.С.	96
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ Жидович И.С., Михин О.А.	96
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛА ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ В ТЕХНОЛОГИИ СУШКИ И ПРОПИТКИ ДРЕВЕСИНЫ Аринкин С.М., Горбачев Н.М., Кожин В.П., Шукин Г.Л.	97
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ РЕАКЦИОННО-АКТИВНЫХ ПОРОШКОВ Романенков В.Е., Смирнов В.Г., Станкевич М.В.	99
ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РЕСТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ОТОПИТЕЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ Романюк В.Н., Седнин В.А., Литовченко Н.В.	99
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ЖИЛЫХ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ С ГЕРМЕТИЧНЫМИ ОГРАЖДЕНИЯМИ ПОВЫШЕННОЙ ТЕПЛОЗАЩИТЫ Липко В.И.	100
ЭКОНОМИЯ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ФИРМЫ SATES Ваганов В.А., Гришин Е.П., Хунт Ю.Я.	101

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ АСУ «ЭНЕРГИЯ» ФИРМЫ SATES Гришин Е.П., Кобленц Х.	102
КОРОТКОФАКЕЛЬНАЯ ФОРСУНКА С УЛУЧШЕННЫМ РАСПЫЛИВАНИЕМ МАЗУТА Куликов И.С., Козловский Н.А.	103
О РЕТРОФИТЕ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ТУРБОКОМПРЕССОРОМ НА ОЗОНОБЕЗОПАСНЫЕ И АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ СМЕСЕВЫЕ ХЛАДАГЕНТЫ Беляева О.В., Гребеньков А.Ж., Тимофеев Б.Д.	104
СОВРЕМЕННЫЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КАРДАННЫХ ПЕРЕДАЧ Кравченко В.И., Дереченик Л.И., Костюкович Г.А. ...	105
КРИТЕРИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ Кудрявцев И.А., Дзирко С.В., Мануилов В.К.	106
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГАЗОПРОВОДОВ ИЗ УСЛОВИЯ ПОСТОЯНСТВА ДИАМЕТРА Савастийнок А.Я.	106
СИСТЕМА ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ДОВОДЧИКОМ Северянин В.С., Новосельцев В.Г.	107
РАЗРАБОТКА КОМПРЕССИОННОГО ТЕПЛООВОГО НАСОСА НА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЕ Конева Н.С., Домород Л.С.	109
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХАХ Белый О.А.	109
ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ И ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ГОРЕНИЕМ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП Гречихин Л.И., Шумский И.П., Рогожинский Ю.А.	110

НОРМАТИВНЫЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ	112
РЕОРГАНИЗАЦИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА С УЧЕТОМ ОСТАТОЧНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ И СЛОЖНОСТИ ОСВАИВАЕМОГО ИЗДЕЛИЯ Попок Н.Н.	112
ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РЕСТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ Романюк В.Н., Томкунас Е.В.	113
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ВЫБОР ПЕРСПЕКТИВНЫХ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОСРЕДСТВОМ МЕТОДОВ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ Максимченко Н.Н.	114
ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ Русан В.И., Кузьмич В.В., Гречихин Л.И.	114
ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ РЕЗЕРВЫ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ Свирский Д.Н.	115
ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В БЕЛАРУСИ Конев С.В.	115
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КЛИМАТА В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ Валуев В.Е., Волчек А.А., Мешик О.П.	117
К ПРОБЛЕМЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ Лысухо Н.А.	118
ОРГАНИЗАЦИЯ ОЧИСТКИ ГРУНТА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НЕФТЬЮ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ В УСЛОВИЯХ ЛИТВЫ Янкявичюс К., Люжинас Р., Диджапетрис А., Кришнонас Ю.	119

МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ С ЦЕЛЬЮ РЕСУРСОЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ХИМИЧЕСКОЙ И СМЕЖНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ Абаев Г.Н., Чернявский В.П., Кордюков А.В., Спиридонов А.В., Урванцев В.В., Белоусов Е.А., Ракитский С.С., Ярмолик О.С.	120
БИЗНЕС-ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ	
Штомпель Б.Н.	121
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОПЕРАТИВНОЙ И ОВЕЩЕСТВЛЕННОЙ ЭНЕРГИИ Гургенидзе И.И.	122
САМООРГАНИЗАЦИЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ИНФОРМАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ НАУКИ ПО КРИТЕРИЮ ОДНОРОДНЫХ СТРУКТУР Новиков М.В.	123
ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ.....	125
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ КОЛЬЦЕВОГО БОРТОВОГО ОТСОСА Картавецва О.В.	125
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КАТИОННЫХ ФОРМ НЕКОТОРЫХ 3D-МЕТАЛЛОВ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ Телущенко Е.А., Кириллов А.М., Копылов М.Н., Баев А.К.	126
РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ БЕЗОТХОДНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ШЛАМОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ ОАО “ЭЛЕКТРОМОДУЛЬ” (г. МОЛОДЕЧНО) Пешенко А.Д., Клевченя Д.И., Марковник В.С., Куревич В.Н., Бачило В.В., Няненков В.М.	126
ПРИМЕНЕНИЕ ПОБОЧНОГО ПРОДУКТА ДОБЫЧИ НЕФТИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ Пикулин И.А., Снопков В.Б.	127
ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ВОДНОДИСПЕРСИОННЫЕ КРАСКИ НА ОСНОВЕ СТИРОЛАКРИЛОВЫХ СОПОЛИМЕРОВ Тур Э.А., Зинович З.К., Халецкий В.А., Верулейшвили Ф.А.	128
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ Панасюгин А.С., Бондарева Г.В., Цветков А.Е.	129
ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ В ТОРФО-НЕФТЯНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ И ВЯЖУЩИХ НА ИХ ОСНОВЕ Битюков Н.Н., Терентьев А.А., Ермак А.А., Ткачев С.М.	130
ELECTROTCHNICAL WASTE Subocz Lech	130
ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ДИСПЕРСНО-ИЗМЕЛЬЧЕННОГО УГЛЯ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРАЦИЕЙ НА ПОРИСТЫХ ТИТАНОВЫХ МЕМБРАНАХ Шабловский В.О., Полуян А.Ф., Лысенко Ю.Ю.	132
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СОРБЕНТОВ ЦМП И ЦФБ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ОТХОДОВ ПО “ПОЛИМИР” Шабловский В.О., Тикавый В.Ф., Полуян А.Ф. .	132
ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КАТИОНИТОВ НА ОСНОВЕ ТОРФО-НЕФТЯНЫХ КОМПОЗИЦИЙ Покровская С.В., Ткачёв С.М., Ляхнович Л.М. .	133
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЛОКАЛЬНОЙ РЕАГЕНТНОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД СВЕТЛОГОРСКОГО ЦЕЛЛЮЛОЗНО-КАРТОННОГО КОМБИНАТА (ЦКК) Ручай Н.С., Маркевич Р.М., Гриц Н.В., Айвазов Ю.В., Кузьмина О.Н., Рамановская Е.В.	134

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ЛЕСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА Будека Ю.Ф., Новиков О.А., Павлович А.В., Подлозный Э.Д.	134
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ФРЕЗЕРНОГО ТОРФА – “ЭКОТОРФ” Зюзин Б.Ф., Короленко Г.Т., Хазов Ю.Д.	135

СТЕНДОВЫЕ 137

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕТРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА С УЧЕТОМ МИКРОРЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ И УСЛОВИЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК Андрижиевский А.А., Ильяхин Ю.Д., Лукашевич А.Г., Новаш Л.В., Трифонов А.Г.	137
ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРСЫРЬЯ БИТУМНЫХ МАТЕРИАЛОВ СТАРОГО КОВРА КРОВЛИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ОХРАНУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Устинов Б.С.	138
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОЛУЧЕНИЯ ЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА Коган А.Г., Буткевич В.Г.	138
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ХРАНИЛИЩ ДАННЫХ И ВИТРИН ДАННЫХ, ИНТЕГРИРОВАННЫХ С INTERNET, ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМ НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ Игнатовский М.И.	139
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА “ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ” Володин В. И., Михалычева Э.А., Сухоцкий А.Б.	141
ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ ГИДРОЛИЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ Капустина И.Б., Казазян В.И., Якимцов В.П.	142
ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ЖИДКИХ ОРГАНСОДЕРЖАЩИХ СТОКОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ БИОГАЗА ПОВЫШЕННОЙ КАЛОРИЙНОСТИ И ОБЕЗЗАРАЖЕННЫХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ Борисевич В.А., Зацепин О.И., Пуляев В.Ф., Сафонова И.Г., Соловьев В.Н., Царук В.Н.	143
ЭКОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЧИСТКИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ БИОТОПЛИВА ЗАГРЯЗНЕННОГО РАДИОНУКЛИДАМИ Соловьев В.Н., Гребеньков А.Ж., Бида Л.А., Плешанков И.Г., Щекина С.Г., Якушев А.П.	144
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ СИНТЕЗЕ КАРБАМИДА Колесниченко И.Г., Агеев В.В., Лакомкин А.А., Короткий И.П., Бразговка А.И., Ильяшенко А.П.	144
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНОЛА В ПРОМЫШЛЕННЫХ МАСЛАХ Мосева Е.В., Средницкая Н.И., Колодко Т.М.	145
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА СТАДИИ СИНТЕЗА КАПРОЛАКТАМА Савош Э.К., Агеев В.В., Лакомкин А.А.	146
ИНФОРМАЦИОННО-ЕМКИЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА Кошевар В.Д.	147

ПРОЕКТНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СЕЛЬСКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ Кухаренко В.А.	148
ПОЛУЧЕНИЕ АСФАЛЬТОБЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ НА ТЭЦ Кондратенкова В.А., Платонов А.П., Ковчур С.Г.	149
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕПЛОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К РЕГИОНУ РБ Кузьмина Н.С.	150
РАЗРАБОТКА КОРМОВЫХ ДОБАВОК ДЛЯ ЖИВОТНЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШЛАМОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ Марковник В.С., Пещенко А.Д., Клевченя Д.И., Шваро О.В., Курсевич В.Н., Голушко В.М.	150
РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ РЕЦЕПТУРЫ ИНКРУСТИРУЮЩЕЙ СМЕСИ ДЛЯ ПРОТРАВЛИВАНИЯ СЕМЯН ЛЬНА НА ОСНОВЕ ШЛАМОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ Марковник В.С., Пещенко А.Д., Клевченя Д.И., Шваро О.В., Деева В.П.	152
КАТАЛИЗАТОР ДОЖИГА ВЫБРОСНЫХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ШЛАМОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ Клевченя Д.И., Пещенко А.Д., Шваро О.В., Марковник В.С., Курсевич В.Н.	152
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФО-ЩЕЛОЧНЫХ СУСПЕНЗИЙ ДЛЯ СВЯЗЫВАНИЯ КАТИОНОВ МЕТАЛЛОВ ИЗ РАСТВОРОВ Коврик С.И.	153
МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ГОРНО- ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ КОМБИНАТОВ Лисица А.В., Иванов Е.Н., Васько В.В.	153
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСТАЛОСТНЫХ СВОЙСТВ КАНАТНОЙ ПРОВОЛОКИ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ КАНАТОВ Дворник А.П., Белько С.Л., Барановский А.Л.	154
ВЛИЯНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ УСИЛИЙ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ КАНАТОВ ШАХТНОГО ПОДЪЕМА Щерба В.Я., Дворник А.П., Барановский А.Л.	155
ЗАЩИТА БЫСТРОИЗНАШИВАЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ КОРРУНДИРОВАНИ- ЕМ В УСЛОВИЯХ ПО “БЕЛАРУСЬКАЛИЙ” Довнар Д.Н., Нахратов В.А., Прушак Н.В.	155
ЗАЩИТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК Довнар Д.Н., Нахратов В.А., Прушак Н.В.	156
ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ СОЕДИНЕНИЯ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛЕНТ НА ИХ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ Заяц И.М., Конопляник И.А., Конопляник А.В.	157
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЕДИНЕНИЙ ЛЕНТ ШАХТНЫХ КОНВЕЙЕРОВ Прушак В.Я., Заяц И.М., Конопляник И.А.	157
ВЛИЯНИЕ ЦЕНТРИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛЕНТ Щерба В.Я., Роговский А.М., Байко А.Е., Филипеня Г.Г.	158
СЕЛЕКТИВНОЕ РАСКРЫТИЕ МИНЕРАЛОВ Васько В.В., Лисица А.В., Иванов Е.Н.	158
ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОПРИВОДНЫХ ШАХТНЫХ КОНВЕЙЕРОВ ПРИ ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЫЕМКИ РУДЫ Прушак В.Я., Конопляник И.А., Байко А.Е., Конопляник А.В.	159
ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ГОРНЫХ МАШИН Щерба В.Я., Шаповалов В.И., Филипеня Г.Г.	160

ЗНАЧЕНИЕ МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ В ОБЛАСТИ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ Старовойтов Ю.В., Барановский А.Л., Шановалов В.И.	160
УСТАНОВКИ, СБЕРЕГАЮЩИЕ РАСХОД ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ И СНИЖАЮЩИЕ НАГРУЗКУ НА ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ЗАВОДОВ Азаров С.М., Ротина О.А., Черневич О.В.	161
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРБОНАТСОДЕРЖАЩИХ ТРЕПЕЛОВ БЕЛАРУСИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ Ратько А.И., Шашкова И.Л., Мильвит Н.В.	162
СИНТЕЗ БЛОЧНЫХ ВЫСОКОПОРИСТЫХ НОСИТЕЛЕЙ И АДсорбЕНТОВ ИЗ ПОРОШКООБРАЗНЫХ КОМПОНЕНТОВ Романенков В.Е., Болотникова Е.В., Ратько А.И., Клевченя Д.И.	163
ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ ПЛЕНОК ТРОЙНОГО СОЕДИНЕНИЯ $CuInS_2$ МЕТОДОМ РЕАКТИВНОГО МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ Савчук В.А.	164
ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА СПЕКАНИЯ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЬЕЗОКЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ЦТС, ПОЛУЧЕННОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ХОЛОДНОГО ПРЕССОВАНИЯ. Акимов А.И., Савчук Г.К.	165
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДРЕНАЖНЫХ КОЛПАЧКОВ ДЛЯ СИСТЕМ ВОДООЧИСТКИ Александров В.М., Александрова О.В., Дубелир Н.А., Липкин Н.А.	166
РЕЗЕРВ ЭКОНОМИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ. Белоусова Г.Н., Золотухин Ю.Д.	166
РАЗРАБОТКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ НЕПЫЛЯЩИХ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ Варавва М.М., Горбачев А.С., Крутько Н.П.	167
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИТУМНЫХ ЭМУЛЬСИЙ В ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ ХОЛОДНОГО РЕЦИКЛИНГА АСФАЛЬТОБЕТОНОВ Опанасенко О.Н., Крутько Н.П., Буковски А., Зелински Я.	168
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЯМОЧНОГО РЕМОНТА ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКЛАДИРУЕМЫХ ЭМУЛЬСИОННО-МИНЕРАЛЬНЫХ СМЕСЕЙ Старостина О.И., Овсеенко Л.В., Буцько З.Т., Дмитриев С.М., Лобода Ю.В.	169
ПЕРЕРАБОТКА ХРОМСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ КОЖЕВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ФОСФАТНОЕ СВЯЗУЮЩЕЕ Бычек И.В., Капитанова О.А., Богданович И.А.	170
ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ НА СТОЙКОСТЬ ПОЛИЭТИЛЕНА К ТЕРМООКИСЛЕНИЮ Яценко В.В., Кречко Н.А.	171
РАЗРАБОТКА ЛЕГКОПЛАВКОГО СТЕКЛА ДЛЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СПАЕВ И ГЕРМЕТИЗАЦИИ ПРИБОРОВ Рачковская Г.Е., Захаревич Г.Б.	172
МНОГОЖЕЛЕЗИСТЫЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ОТХОДЫ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТЕКЛОВИДНЫХ ПОКРЫТИЙ Колонтаева Т.В., Левицкий И.А., Дятлова Е.М.	173

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОРДИЕРИТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ Терещенко И.М., Пищ И.В., Пунько Г.Н., Солоха Г.И.	174
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ АНГОБИРОВАНИЯ ОБЛИЦОВОЧНЫХ ПЛИТОК Терещенко И.М., Пунько Г.Н., Солоха Г.И.	174
СНИЖЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СИНТЕЗА ТИАЛИТОВОЙ КЕРАМИКИ Поповская Н.Ф.	175
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ НА ХИМИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ Кирдяшкина Н.А., Пищ И.В.	176
СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АРМИРОВАННЫХ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПРЕПРЕГОВ Орач В.М.	177
БИТУМНЫЕ И ЭПОКСИДНО-БИТУМНЫЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ Дубкова В.И., Кривомаз М.М., Сохадзе В.Ш., Ткаченко Ф.А., Дробот В.С.	178
ПОРОШКОВЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ И ТЕХНОЛОГИЯ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ Комарь В.В., Походина Т.А., Калинина Н.Ю., Вячеслава Л.В., Остроухова О.А.	179
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИЗКОСОРТНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА И ОТХОДОВ Бородуля А.В.	180
НОВЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ Тартаковски Зенон, Бурса Ян	180
РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ ОСНОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ Бобкова Е.Ю., Василевская Л.Н., Гавриленко О.О., Козел С.А., Ксенофонтов М.А.	181
РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ДЕСТРУКЦИИ СЛОЖНЫХ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ Васильева В.С., Шкредова Н.А., Ксенофонтов М.А.	182
ПЕНОПОЛИУРЕТАН – ЭФФЕКТИВНЫЙ ТЕПЛОГИДРОИЗОЛИРУЮЩИЙ МАТЕРИАЛ ГАЗО-, НЕФТЕ-, МАЗУТОХРАНИЛИЩ Гавриленко О.О., Горбачевич Г.Н., Выдумчик С.В., Ксенофонтов М.А., Хатенко А.С.	183
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ИЗОТЕРМИЧЕСКИЕ ЕМКОСТИ Анушкевич Г.К., Горбачевич Г.Н., Ксенофонтов М.А., Островская Л.Е., Хатенко А.С., Цитук И.Э.	184
СИНЕРГИЧЕСКИЕ СМЕСИ АНТИПИРЕНОВ НА ОСНОВЕ ФОСФОГИПСА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОГНЕСТОЙКИХ ПЕНОПОЛИМЕРОВ Дзивицкая Г.Г., Василевская Л.Н., Хатенко А.С., Островская Л.Е., Ксенофонтов М.А., Горбачевич Г.Н.	185

Национальная академия наук Беларуси
Государственный комитет по науке и технологиям
Министерство природных ресурсов и охраны
окружающей среды
Государственный комитет по
энергосбережению и энергонадзору
ГНП Концерн «Порошковая металлургия»
Фонд фундаментальных исследований
Инженерно-технологическое Отделение ЮНЕСКО

УДК 504.064.43:691.33:699.86

Тезисы докладов четвёртой научно-технической конференции
"Ресурсосберегающие и экологически чистые технологии"
Гродно, 11-13 октября 2000г.

Тезисы докладов четвёртой научно-технической конференции
"Ресурсосберегающие и экологически чистые технологии"
Гродно, 11-13 октября 2000г.

Ответственный редактор:
А.И. Свириденко

Компьютерный набор и корректура:
А.С. Гоцко, М.И. Игнатовский

Компьютерный дизайн, вёрстка и подготовка иллюстраций:
М.И. Игнатовский

Отпечатано с оригинал-макета заказчика

Сдано в набор 10.09.2000. Подписано в печать 20.09.2000
Формат ???????? Бумага офсетная. Печать офсетная
Усл. печ. лист ?????? Тираж 150. Заказ ????????

Издатель ??????????????????????