

Национальная академия наук Беларуси  
Комитет по науке и технологиям СМ РБ  
Белорусский фонд фундаментальных исследований  
Научно-исследовательский центр проблем  
ресурсосбережения НАН Беларуси  
Институт тепло- и массообмена НАН Беларуси  
Белорусский государственный научно-производственный  
концерн порошковой металлургии  
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы  
Гродненский областной комитет природных ресурсов  
и охраны окружающей среды



# ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**7-ой международной  
научно-технической конференции  
"Энерго- и материалосберегающие  
экологически чистые технологии"**

27-28 сентября 2007г.

*Гродно*

УДК 504.064.43:691.33:699.86

ББК 22.0

Э65

Редакционная коллегия: А.И. Свириденко (ответ. редактор),  
И.Г. Новик,  
А.Ф. Ильющенко,  
П.Э. Шкута.

Научные редакторы: А.И. Свириденко, В.А. Бородуля.

Энерго- и материалосберегающие экологически  
чистые технологии: Тез. докл. 7-й Междунар. науч.-тех.  
конф. / под ред. А.И. Свириденка и В.А. Бородули. -  
Гродно:ГрГУ, 2005.-207 с.

ISBN 985-417-748-3

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

УДК 504.064.43:691.33:699.86

ББК 22.0

ISBN 985-417-748-3

© ГНУ «Научно-исследовательский  
центр проблем ресурсосбережения  
НАН Беларуси», 2007

# Содержание

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

<b>РОЛЬ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ В ВЫПОЛНЕНИИ ДИРЕКТИВЫ ПРЕЗИДЕНТА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ №3 «ЭКОНОМИЯ И БЕРЕЖЛИВОСТЬ – ГЛАВНЫЕ ФАКТОРЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОСУДАРСТВА»</b>	
В.И. Тимошпольский .....	17
<b>ЭКОНОМИКА ЗНАНИЙ И РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЯ</b>	
А.И. Свириденко .....	18
<b>«ГОСУДАРСТВЕННАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА «РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ-2010» - ВЫПОЛНЕНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ»</b>	
А.Ф.Ильющенко, А.В.Кухарев, Е.В. Алферова В.Н. Федорович .....	19
<b>ТОРФ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ТОПЛИВА ДЛЯ МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ</b>	
В.А. Бородуля .....	21
<b>РЕСУРСЫ ДРЕВЕСНОГО ТОПЛИВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ</b>	
В.Ф. Багинский, Ф.Ф. Бурак, О.В. Лапицкая .....	24
<b>РЕСУРСО – И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЬЯ ГНУ “ИТМ НАН БЕЛАРУСИ”</b>	
Е.И. Марукович, В.А. Пумпур .....	25
<b>РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЯХ ПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНЫХ ВИДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ</b>	
В.Н. Дашков, И.И. Пиуновский, В.И. Володкевич .....	27
<b>К ВОПРОСУ О ПЕРЕРАБОТКЕ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ</b>	
С.Г. Кудян, В.М. Шаповалов, Н.К. Мышкин .....	28

## ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ И НЕТРАДИЦИОННЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

<b>ТЕХНОЛОГИЯ КИПЯЩЕГО СЛОЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛИКРЕМНИЯ ДЛЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ</b>	
В.А. Бородуля, Л.М. Виноградов, Г.И. Пальченок, О.С. Рабинович, А.В. Акулич, В.В. Корбан .....	30
<b>РАЗРАБОТКА ГЕЛИО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ УСЛОВИЙ БЕЛАРУСИ</b>	
С.В. Конев, Е.Ю. Иващенко, Н.С. Кузьмина .....	31
<b>ИДЕНТИФИКАЦИЯ КОРОТКОЗАМКНУТЫХ ВИТКОВ В ОБМОТКАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ</b>	
И.И. Брановицкий, Г.И. Размыслович, П.Д. Мацкевич .....	32
<b>ИСПЫТАНИЯ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ</b>	
И.И. Брановицкий, С.О. Фельдман, П.Д. Мацкевич .....	34
<b>ОЛЬХА СЕРАЯ – ВАЖНЫЙ РЕЗЕРВ ТОПЛИВА ДЛЯ МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ</b>	
Бурак Ф.Ф., Багинский В.Ф. ....	35
<b>ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПАРИТЕЛЕЙ АДСОРБЦИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ И ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН</b>	
Л.Л. Васильев, А.С. Журавлёв, А.А. Антух, А.В. Шаповалов, Л.А. Драгун .....	36
<b>ПЕРИОД ВЫРАЩИВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ НА ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНИКАХ</b>	
П.И. Волович .....	37
<b>КОМПЛЕКСНАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ</b>	
В. Л. Драгун, Н.И. Стетюкевич, В.Ф. Шевцов, А.П. Козлова .....	39
<b>РАБОТА ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ НА РАСТИТЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ ИЗ РАПСОВОГО МАСЛА</b>	
А. И. Якубович, В. Е. Тарасенко .....	40
<b>ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСТРОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ</b>	
Е.В. Кашевская, А.С. Ковальчук, И.С. Мельникова .....	41

<b>РАЗРАБОТКА ПАРОКОМПРЕССИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ УСЛОВИЙ БЕЛАРУСИ</b>	
С.В. Конев, Н.С. Кузьмина, Е.Е. Шумская .....	43
<b>ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЖИГАНИЯ НА ТЭЦ ХВОРОСТА-НЕЛИКВИДА, ЗАГОТОВЛЕННОГО ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РУБОК УХОДА В МОЛОДНЯКАХ</b>	
Лапицкая О.В. ....	44
<b>ПОВЫШЕНИЕ КПД СИЛОВЫХ СТОЛОВ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ ПЛАКИРОВАНИЕМ НАПРАВЛЯЮЩИХ СКОЛЬЖЕНИЯ</b>	
М.А. Леванцевич, Н.Н. Максимченко .....	45
<b>ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕДИЦИНСКИХ СТЕКЛОТАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ</b>	
И.А. Левицкий, И.М. Терещенко, А.П. Кравчук .....	47
<b>ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРЕДПРИЯТИЙ ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ</b>	
И.И. Леонович, Т.А. Полякова .....	48
<b>ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТВЕРДОГО И ЖИДКОГО БИОТОПЛИВА</b>	
Ю.В. Максимук, З.А. Антонова, В.Н. Курсевич .....	49
<b>ПРИМЕНЕНИЕ КАТАЛИЗИРУЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ВОДОРОДА В ЩЕЛОЧНЫХ РАСТВОРАХ</b>	
Т.И. Наливайко, А.А. Черник, И.М. Жарский .....	50
<b>ПРОИЗВОДСТВО БИОЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ</b>	
Г.А. Шароваров, З.П. Минюк .....	52
<b>РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ</b>	
<b>СОЗДАНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕГО ПРОЦЕССА НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ В ЛЕНТОЧНЫЙ КРИСТАЛЛИЗАТОР</b>	
В.М. Ильюшенко, В.А. Пумпур, Ю. В. Петруня .....	54
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ТЕХНОЛОГИИ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ АНТИФРИКЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>	
А.П. Краснов, Э.Е. Саид-Галиев, О.В. Афоничева, В.А. Мить, А.Ю. Николаев .....	55

<b>ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ – РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ</b>	
А.Ф.Ильюшенко, В.В.Савич, Е.В.Звонарев, Л.П. Пилиневич, В.Н. Федорович .....	57
<b>ПОЛУЧЕНИЕ НЕФРИТОВАННЫХ ГЛАЗУРЕЙ НА ОСНОВЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ СЫРЬЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ</b>	
И.А. Левицкий, Н.В. Мазура, С.Е. Баранцева .....	58
<b>ИЗНОСОСТОЙКИЕ ГЛАЗУРИ ДЛЯ ДЕКОРИРОВАНИЯ ПЛИТОК ДЛЯ ПОЛОВ</b>	
И.А.Левицкий, В.С.Новиков .....	59
<b>ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМОВ ГАЗОПЛАМЕННОГО РАСПЫЛЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ЭКСТРУДАТОВ</b>	
М.А. Белоцерковский, А.В. Чекулаев .....	60
<b>СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИХ ИМИДСОДЕРЖАЩИХ КОМПОЗИЦИЙ С ПОНИЖЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ ТВЕРДОФАЗНОЙ ТЕРМОИМИДИЗАЦИИ</b>	
А.И. Глоба, Т.А. Жарская, Г.И. Лойко, Э.Т. Крутько .....	62
<b>КОНЦЕПЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СРЕДСТВ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ</b>	
А.В. Давыдик, И.М. Русак, В.П. Луговский .....	63
<b>РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ КАРДАННЫХ ВАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ</b>	
Кравченко В.И., Костюкович Г.А., Кипнис М.Е. ....	64
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ДЕТАЛЯХ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА МОДЕРНИЗИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЭКСТРУЗИОННЫХ МАШИН</b>	
Граховльская Е.В. ....	66
<b>ПРОИЗВОДСТВО ВСТАВОК ШТАМПОВ В МЕТАЛЛОБОЛОЧКОВЫХ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМАХ</b>	
Л.Р.Дудецкая, Ю.Г.Орлов, Н.А.Дешук, А.В.Галкина .....	67
<b>ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ АНОРТИТА</b>	
Е.М. Дятлова, В.А. Бирюк, Е.С. Какошко, О.В. Харлак .....	68

<b>ПОЛУЧЕНИЕ ТЕРМОСТОЙКИХ КЛАДОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА БЫТОВЫХ ПЕЧЕЙ</b>	
Е.М. Дятлова, С.В. Плышевский, Е.С. Какошко, А. В. Шидловский, Е.П. Качуровская .....	70
<b>КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНЫХ ПОРОШКОВЫХ КРАСОК</b>	
В.В. Комарь, Т.А. Походина, Е.В. Зарецкая .....	71
<b>НАНЕСЕНИЕ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ НА КОРПУСНЫЕ ДЕТАЛИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИИ РАБОЧЕГО МЕСТА И КОНФЕДЕНЦИАЛЬНОСТИ ИНФОРМАЦИИ</b>	
В.Н. Коржик, А.И. Демьянов, А.В. Чернец, Г.С. Маринский, И.А. Демьянов .....	72
<b>КОМПЛЕКСНЫЕ РАБОТЫ ПО РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ</b>	
В.И. Маруха, Я.А.Середницкий .....	74
<b>ОСОБЕННОСТИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЦИНКОВЫХ АНТИФРИКЦИОННЫХ СПЛАВОВ ПРИ ЗАМЕНЕ БРОНЗ В ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ПОДШИПНИКАХ СКОЛЬЖЕНИЯ</b>	
Ф.И. Рудницкий, М.И. Курбатов .....	75
<b>МАЛОГАБАРИТНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ МЕДИ</b>	
Р.А. Кусин, В.М. Капцевич, Д.И. Жегздринь, А.Р. Кусин, Д.Б. Рыкунов, И.Н. Черняк, О.В. Хренов .....	77
<b>О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ НЕКОТОРЫХ РЕГИОНОВ БЕЛАРУСИ: МИГРАЦИЯ 137CS И 90SR В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ</b>	
А.Ф. Мирончик .....	78
<b>АНАЛИЗ КРИОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СТРУКТУРУ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДА</b>	
И.Г. Новик, А.Э. Сечко .....	79
<b>ПОРОШКОВЫЕ КРАСКИ ДЛЯ ОКРАШИВАНИЯ СТЕКЛОИЗДЕЛИЙ ПРИ ФОРМОВАНИИ</b>	
Л.Ф. Папко, И.А. Левицкий .....	81
<b>ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛИЗАТОРОВ НА СИНТЕЗ ПИГМЕНТОВ МУЛЛИТОПОДОБНОЙ СТРУКТУРЫ</b>	
И.В. Пищ, Н.А.Гвоздева, Е.И. Барановская .....	82

<b>ПРИМЕНЕНИЕ НЕТРАДИЦИОННОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ БЕЛАРУСИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИЧЕСКИХ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>	
И.В. Пищ, Ю.А. Климош .....	83
<b>ТЕХНОЛОГИЯ БИОКОНВЕРСИИ СЛАБОРАЗЛОЖИВШЕГОСЯ ТОРФА С ПОЛУЧЕНИЕМ УГЛЕВОДНО-БЕЛКОВОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ</b>	
Ю.Н. Погорелова, В.С. Болтовский, Т.П. Цедрик .....	85
<b>ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ПОРОШКООБРАЗНОГО АЛЮМИНИЯ НА СПЕКАНИЕ КЕРАМИЧЕСКОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА, ПОЛУЧЕННОГО В РЕЖИМЕ СВЧ</b>	
К.Б. Подболотов, Е.М. Дятлова .....	86
<b>РАЗРАБОТКА ФИЛЬТРАЦИОННЫХ БЛОКОВ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАННЫХ ПОЛИРОВАННЫХ РАСТВОРОВ ХРУСТАЛЯ НА ОАО «СТЕКЛОЗАВОД «НЕМАН»</b>	
А.Э. Сечко, А.Н.Третьяк, А.С. Гарецкий, В.А. Бондарь, М.Д. Сорокин .....	88
<b>АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ПРОИЗВОДСТВА ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩИХ ОБУВНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>	
А.Э. Сечко, Е. В. Грахольская, И.Г. Новик .....	89
<b>РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ЮВЕЛИРНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ СПЛАВОВ, СОДЕРЖАЩИХ ДРАГОЦЕННЫЕ МЕТАЛЛЫ</b>	
М.Я. Таразевич, Г.М. Корзун, В.А. Вакульчик .....	91
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕРМОСТОЙКИХ КОРДИЕРИТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ СКОРОСТНЫМ РЕЖИМОМ ТЕРМООБРАБОТКИ</b>	
И.М. Терещенко, Р.Ю. Попов .....	92
<b>ПОЛУЧЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПОРОШКОВОГО ПОКРЫТИЯ ГАЛЕТНОГО ТИПА С ВЫСОКОЙ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТЬЮ И МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТЬЮ</b>	
С.Н. Юркевич, В.В.Яснов, К.И.Аршинов, М.К.Аршинов .....	93

**ПЕРЕРАБОТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ  
ОТХОДОВ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ  
МАТЕРИАЛЬНЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ**

<b>ТЕРМОХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ</b> В.А. Бородуля, Л.М. Виноградов, А.Ж. Гребеньков, В.И. Мартынюк .....	95
<b>ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ</b> А.В. Спиглазов, В.П. Ставров .....	96
<b>ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РЫБОВОДСТВЕ</b> Г.П. Воронова, Г.Г. Адамчик, Б.В. Адамович, Л.А. Куцко, С.Н. Пантелей .....	97
<b>ПОЛУЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ РЕЗИНОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</b> Н. Р. Прокопчук, Е. И. Щербина, Р. М. Долинская, Т. Д. Свицерская, В. В. Русецкий, С.Н. Марусова .....	99
<b>КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГОВТОРИЧНОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА</b> Н. Р. Прокопчук, А. Ф. Мануленко, А. В. Евсей, Д. В. Тимофеева .....	100
<b>РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ</b> А.А. Андрушевич, М.Н. Чурик, И.Н. Казаневская, А.Г. Бакаев .....	101
<b>КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ИСКУССТВЕННЫХ КОЖ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБУВИ</b> А.Н. Буркин, Е.А. Егорова, Г.Н. Солтовец .....	103
<b>ПЕРЕРАБОТКА ВТОРИЧНОГО ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА</b> С.Г. Кудян, В.Д. Федоров, С.С. Песецкий, В.Н. Коваль, О.В. Филимонов .....	104
<b>ЩЕЛОЧНОЙ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЙ РЕЦИКЛИНГ СВИНЦА – РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ ПУТЬ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СВИНЦОМ БЕЛОРУССКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</b> В.В. Кузьмич, Б.Л. Кошелава, В.В. Кохановский .....	105
<b>ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДНО- МАЗУТНЫХ ЭМУЛЬСИЙ И ПЕЧНОГО ТОПЛИВА С ОТХОДАМИ СПИРТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА</b> В.В. Кузьмич, В.Г. Маркевич, Д.А. Тетеркин .....	107

<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЛИЦЕВОГО КИРПИЧА</b> И.А. Левицкий, Е.О. Богдан .....	108
<b>ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ОЛОВЯННО- СВИНЦОВЫХ ПРИПОЕВ, СОДЕРЖАЩИХ ЗОЛОТО И СЕРЕБРО</b> Б.А. Гильденберг, Р.И. Карпович .....	109
<b>ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТЕШЛАМОВ</b> Г.И. Журавский, А.С. Матвейчук, О.Г. Мартинов, А.В. Романовский, С.В. Каленик .....	110
<b>МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОБВЯЗОЧНЫХ ЛЕНТ ИЗ ВТОРИЧНОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА</b> А.А. Колос, В.С. Кот, А.Л. Наркевич .....	112
<b>ОПТИМИЗАЦИЯ СТАДИИ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАННЫХ ВАНАДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ</b> И.И. Курило, С.Е. Орехова, И.М. Жарский, И.Л. Жукова, А.Ф. Мазец .....	113
<b>ПАРО-ПЛАЗМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОПАСНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ</b> С.В. Петров, В.Н. Коржик, Г.С. Маринский, А.В. Чернец, В.В. Попов, А.И. Демьянов .....	114
<b>ОЧИСТКА ОТХОДОВ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РАДИАЦИОННЫМ МЕТОДОМ</b> В.И. Попечиц .....	116
<b>РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ</b> А.Д. Селезнев, А.Ф. Шведко, М.К. Папенюк .....	117
<b>ПЕРЕРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ, ОТСЛУЖИВШИХ СРОК ЭКСПЛУАТАЦИИ, А ТАКЖЕ НЕКОНДИЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ</b> Скрипник В.П. ....	118
<b>ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ СИЛУМИНОВ ИЗ ВТОРИЧНЫХ AL-СПЛАВОВ</b> В.Ю. Стеценко, Е.И. Марукович .....	120
<b>ПРОБИРНО-СПЕКТРАЛЬНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ</b> М.Я. Таразевич, И.Д. Макута, Л.Ф. Кисель, И.В. Качанович .....	121

<b>ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ СМЕСЕЙ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИОЛЕФИНОВ И МАЛЫХ ДОБАВОК ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТРУБНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПОВЫШЕННЫМИ ФИЗИКО- МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ</b>	
В.В. Тимошенко, С.Г. Кудян, В.М. Шаповалов .....	122
<b>ОБВЯЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ТЕРМОПЛАСТОВ</b>	
Шаповалов В.М. Таврогинская М.Г., Кот В.С. ....	124
<b>СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ</b>	
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕАКТОПЛАСТОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АБРАЗИВНОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА</b>	
Н.А. Антанович .....	126
<b>КОМПЬЮТЕРНАЯ МЕТОДИКА ВЫБОРА ПЛОЩАДОК РАСПОЛОЖЕНИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК С УЧЕТОМ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕЛЬЕФА И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ</b>	
А.А. Андрижиевский, А.Г. Лукашевич, Э.А. Михалычева, А.Г. Трифонов .....	127
<b>МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ВЫБРОСОВ В ВОДНЫХ СИСТЕМАХ</b>	
А.А. Андрижиевский, А.Г. Лукашевич, Э.А. Михалычева, А.Г. Трифонов .....	128
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПЕНОСТЕКЛА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕНОСИТАЛЛА</b>	
В.В. Артамонов, Ю.А. Алексеенко, А.А. Бойко, Я.О. Шабловский .....	129
<b>ПЕРСПЕКТИВЫ СОВМЕСТНОГО СЖИГАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ С ИСКОПАЕМЫМ ТОПЛИВОМ</b>	
А.В. Бородуля, С.В. Василевич .....	131
<b>МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛО - И МАССОПЕРЕНОСА ПРИ ГЛУБОКОМ ОХЛАЖДЕНИИ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ГАЗОПОТРЕБЛЯЮЩИХ КОТЛОВ</b>	
В.А. Бородуля, В.Л. Малевич, А.Е. Синкевич .....	132
<b>РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ПРИ ПОВЕРХНОСТНОМ ПЛАЗМЕННОМ УПРОЧНЕНИИ</b>	
А.И. Веремейчик, М.И. Сазонов, В.М. Хвисевич, С. Якушевич .....	133

<b>ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ОЛОВЯННО- СВИНЦОВЫХ ПРИПОЕВ, СОДЕРЖАЩИХ ЗОЛОТО И СЕРЕБРО</b>	
Б.А. Гильденберг, Р.И. Карпович .....	135
<b>ВЛИЯНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО СОСТАВА БУМАГИ НА ЕЕ ПОВЕРХНОСТНУЮ ПРОКЛЕЙКУ В КЛЕИЛЬНОМ ПРЕССЕ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ</b>	
В.В. Горжанов, В.И. Темрук, Т.В. Соловьева .....	136
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМЕНТИРОВАННОГО КРАХМАЛА ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПРОКЛЕЙКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕЧАТНЫХ ВИДОВ БУМАГИ</b>	
В.В. Горжанов, В.И. Темрук, Т.В. Соловьева .....	137
<b>СОРБИЦИОННАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОТХОДОВ ВОЛОКНИСТОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА</b>	
В.Л. Грузинова .....	138
<b>СИНТЕЗ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ НА ОСНОВЕ ЖИРНЫХ КИСЛОТ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ</b>	
Т.Д. Дамбовская, Г.М. Бокая, Л.А. Иванова .....	140
<b>РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЯХ ПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНЫХ ВИДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ</b>	
В.Н. Дашков, И.И. Пиуновский, В.И. Володкевич .....	141
<b>ТЕХНОЛОГИЯ РОТАЦИОННОГО ФОРМИРОВАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРУБ</b>	
В.В. Дмитроченко .....	142
<b>ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ</b>	
В.В. Дмитроченко .....	144
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖИРНЫХ КИСЛОТ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КОНСЕРВАЦИОННОГО МАСЛА</b>	
И.В. Дребенкова, Л.П. Майко, Т.Я. Царюк .....	145
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАПОЛНИТЕЛЯ С ФУНКЦИЕЙ ОТВЕРДИТЕЛЯ – НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ПОВЫШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЧИСТОТЫ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ</b>	
В. И. Дубкова .....	146

<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ ДРЕВЕСИНЫ МЯГКОЛИСТВЕННЫХ ПОРОД В ТЕХНОЛОГИИ ДРЕВЕСНОЙ МАССЫ, ПОЛУЧАЕМОЙ ИЗ ЩЕПЫ</b>	
Е.В. Дубоделова, Т.А. Снопкова, А.А. Сакович, Т.В. Соловьева .....	148
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАТИВНОГО КАРТОФЕЛЬНОГО КРАХМАЛА В КОМПОЗИЦИИ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ</b>	
Е.В. Дубоделова, И.А. Хмызов, Т.П. Шкирандо, А.А. Сакович, Т.В. Соловьева .....	149
<b>РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ АКСИАЛЬНО-ПОРШНЕВЫХ НАСОСОВ С ИЗНОСОСТОЙКИМ ПОРОШКОВЫМ СЛОЕМ НА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ТОРЦЕВОЙ ПОВЕРХНОСТИ</b>	
Л.Н. Дьячкова, А.Я. Волчек, Л.Я. Воронецкая, Е.П. Борисов .....	150
<b>ПОЛУЧЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ ПОРОШКОВ ТВЕРДОГО СПЛАВА ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКОЙ</b>	
П.С. Зачепило, А.И. Гордиенко, И.Л. Поболь .....	152
<b>СИНТЕЗ ПОРОШКА ФЕРРИТА СТРОНЦИЯ ИЗ ОТХОДОВ ТРАВильНОГО ПРОИЗВОДСТВА</b>	
Е.В. Звонарев, А.Х. Насыбулин, А.А. Стефанович, Б.В. Сидоркин, О.М. Топалов .....	153
<b>О НОРМИРОВАНИИ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ В МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</b>	
Г.Е. Зенькович, А.В. Мелешеня, Л.А. Шамаль .....	154
<b>О ПУТЯХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЭР НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МЯСО-МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</b>	
Г.Е. Зенькович, Н.А. Прокопьев, Л.А. Шамаль .....	155
<b>БИОМЕХАНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ УЛУЧШЕНИЯ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЕТЕЙ ПОДЛЯССЬЯ И ГРОДНЕНЩИНЫ</b>	
М.И. Игнатовский, А.И. Свириденко, Л.С. Гайда .....	157
<b>ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИЙ ИЗ СМЕСЕЙ ВТОРИЧНЫХ ТЕРМОПЛАСТОВ С НАПОЛНИТЕЛЯМИ</b>	
А.Н. Калинка .....	158
<b>РЕГЕНЕРАЦИЯ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ ТРАВильНЫХ РАСТВОРОВ</b>	
Р.И. Карпович, Б.А. Гильденберг, О.А. Карпеня .....	159
<b>РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ЛОМА, СОДЕРЖАЩЕГО ДРАГОЦЕННЫЕ МЕТАЛЛЫ</b>	
Р.И. Карпович, Б.А. Гильденберг, И.Д. Макута, А.В. Царев, Г.М. Корзун .....	161

<b>ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ</b>	
Ю.В. Клименков, В.Л. Малевич, В.А. Николаев .....	162
<b>ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ И СТРУКТУРЫ УГЛЕРОДНЫХ МОДИФИКАТОРОВ НА ОПТИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЁНОК</b>	
Т.И. Ковалевская, М.И. Игнатовский, А.И. Свириденко .....	163
<b>ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ РАБОТЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>	
В.Л. Колпашиков, М.Г. Сыскова .....	165
<b>ПРИМЕНЕНИЕ ЭПОКСИФУРАНОВЫХ КОМПОЗИТОВ В КАЧЕСТВЕ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЕТАЛЕЙ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ</b>	
А.В. Конопляник .....	166
<b>КОМПОЗИЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ</b>	
Н.К. Лунева, Т.И. Езовитова .....	167
<b>СВОЙСТВА АНТИПИРЕНА ДЛЯ ОГНЕЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ</b>	
Н.К. Лунева, Л.И. Петровская .....	168
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ РОТОРНОГО МАСООБМЕННОГО АППАРАТА И ПОТРЕБЛЯЕМОЙ РОТОРОМ МОЩНОСТИ</b>	
И.А. Люгаревич, В.А. Марков .....	170
<b>КОНСЕРВАЦИОННЫЙ СОСТАВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ В АТМОСФЕРЕ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ХЛОРИДОВ</b>	
Л.П. Майко, Л.Д. Шаповрева, Т.Я. Царюк, Д.А. Хоняк, Л.А. Глазков, А.В. Сиводед .....	171
<b>СЛОЖНО-СМЕШАННЫЕ, НРК-СОДЕРЖАЩИЕ УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ БЕЛОРУССКИХ ФОСФОРИТНЫХ РУД</b>	
Ф.Ф. Можейко, Т.Н. Поткина, И.И. Гончарик .....	173
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТРАБОТАННЫХ ВАНАДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГЛАЗУРНЫХ ПОКРЫТИЙ</b>	
С.Е. Орехова, С.Л. Радченко, Ю.С. Радченко .....	174
<b>ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОДУКЦИИ КАК ЗАЛОГ ЕЕ ВЫСОКОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ</b>	
З.С. Пархомова, А.М. Пархомова .....	175

<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО МРАМОРНОГО КАЛЬЦИТА В ПРОИЗВОДСТВЕ БУМАГЕ ДЛЯ ПЕЧАТИ</b>	
А.А. Пенкин, В.И. Темрук, Т.В. Соловьева .....	177
<b>ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ СВАРКА РОТОРА ТУРБОКОМПРЕССОРА</b>	
И.Л.Поболь, А.В.Гринкин, А.И.Поболь .....	178
<b>ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ ПУТЕМ ФОРМОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ</b>	
Л.Ю. Пшебельская, А.А. Пушница, В.П. Ставров .....	179
<b>ВНЕДРЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПЛАВКИ ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫХ СПЛАВОВ НА ПОДОГРЕТОЙ ШИХТЕ</b>	
С.Л. Ровин, Л.Е. Ровин, Ю.Н. Фасевич .....	180
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЛОКНИСТО-ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ В КАЧЕСТВЕ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ УДАРНЫХ НАГРУЗОК</b>	
А.И. Свириденко, В.Н. Дик, И.В. Санукевич .....	182
<b>ГЕЛИОСТАНЦИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ</b>	
В. С. Северянин, И. П. Борсук, Ю. В. Румачик .....	183
<b>ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ И ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЛУЧЕНИЯ БИОТОПЛИВА</b>	
В.В. Смирский, О.А. Ивашкевич, З.А. Антонова, В.С. Крук, Ю.В. Григорьев, Я.Э. Пиллук .....	185
<b>СПОСОБЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВА МЕТИЛАКРИЛАТА С ЦЕЛЬЮ ВЫДЕЛЕНИЯ СУЛЬФАТА АММОНИЯ</b>	
О.Е. Соколовская, В.А. Ашуйко, С.Е. Орехова .....	186
<b>АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЦИКЛОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТЕПЛА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ БИОТОПЛИВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА</b>	
Соловьёв В.Н., Гапонёнок Н.Д. ....	187
<b>ОРГАНИЧЕСКИЕ ЗАЩИТНЫЕ ПАЯЕМЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ МЕДИ</b>	
Л.И. Степанова, О.Г. Пуровская .....	189
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СМЕШЕНИЯ ОТХОДОВ ПАН-ВОЛОКОН И ВТОРИЧНЫХ ТЕРМОПЛАСТОВ</b>	
Таврогинская М.Г., Пискунов С.В., Тимошенко В.В. ....	190

<b>ПРИМЕНЕНИЕ РЕЦИКЛАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ</b>	
Тартаковский Зенон .....	192
<b>REStABILIZATION OF PROPERTIES OF RECYCLED POLYOLEFINE MATERIALS</b>	
Tartakowski Zenon, Tartakowska Diana .....	193
<b>СРЕДСТВО ДЕЗИНФИЦИРУЮЩЕЕ «ВАЛИСАН»</b>	
А.В. Тучковская, В.О. Шабловский, А.Э. Высоцкий .....	194
<b>ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ И ОСТАТОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ МАСЛЯНОГО ПРОИЗВОДСТВА – КОМПОНЕНТЫ КОНСЕРВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>	
Т.Я. Царюк, Л.П. Майко, И.П. Фалюшина, И.В. Дребенкова, Т.В. Кепушевская .....	195
<b>ВЛИЯНИЕ НЕЙТРАЛЬНОЙ ГИДРОДИСПЕРСИИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ КАНИФОЛИ НА ТЕХНОЛОГИЮ НАПОЛНЕНИЯ БУМАГИ</b>	
П. А. Чубис, Н. В. Черная .....	197
<b>СОРБЕНТ ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВ ОТ АММИАКА</b>	
В.О. Шабловский, А.В. Тучковская .....	198
<b>ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТТИРКИ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ПЛЕНОК В ПРОЦЕССЕ ОБОГАЩЕНИЯ КВАРЦЕВОГО ПЕСКА</b>	
В.О. Шабловский, А.В. Тучковская, С.Н. Бондаренко, В.А. Конев, В.Б. Шпектор .....	200
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ОБОГАТИМОСТИ КАЛИЙНОЙ РУДЫ 4-ГО ШАХТНОГО ПОЛЯ СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕТОДОМ ФЛОТАЦИИ</b>	
В.В. Шевчук, Ф.Ф. Можейко, И.Б. Жданович, Т.Г. Рудаковская .....	201
<b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРА РАЗРУШЕНИЯ МАТЕРИАЛА МОДИФИЦИРОВАННОГО УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ</b>	
Шкута П.Э. ....	202
<b>АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ПРИПОЯ ПРИ ПАЙКЕ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ АЛМАЗОВ</b>	
Д.В. Юшкевич, И.В. Мурашова .....	203

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

### **РОЛЬ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ В ВЫПОЛНЕНИИ ДИРЕКТИВЫ ПРЕЗИДЕНТА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ №3 «ЭКОНОМИЯ И БЕРЕЖЛИВОСТЬ – ГЛАВНЫЕ ФАКТОРЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОСУДАРСТВА»**

**В.И. Тимошпольский**

Заместитель Председателя Президиума Национальной академии наук Беларуси,  
г. Минск, Республика Беларусь

В современных условиях развития мирового рынка топливно-энергетических и сырьевых ресурсов вопросы повышения эффективности использования ресурсов с целью обеспечения устойчивого и динамичного социально-экономического развития независимого государства Республики Беларусь приобрели особую актуальность. Это нашло отражение в таких знаковых документах как Директива Президента Республики Беларусь №3 от 14 июня 2007 г. «Экономия и бережливость - главные факторы экономической безопасности государства» и «Концепция энергетической безопасности и повышения энергетической независимости Республики Беларусь», утвержденной Указом Президента Республики Беларусь № 399 от 25 августа 2005 г., в разработке которых Национальная академия наук Беларуси принимала активное участие.

Основные направления деятельности ПАН Беларуси в реализации поставленных Главой государства задач по обеспечению экономической и энергетической безопасности страны:

- на основе глубокого анализа тенденций и прогноза развития топливно-энергетического комплекса Республики Беларусь с учетом экономного и рационального использования топливно-энергетических ресурсов и модернизации энергосистема разработана уточненная «Концепция энергетической безопасности и повышения энергетической независимости Республики Беларусь»;

-разработана концепция развития машиностроительной и металлургической отраслей путем модернизации и реформирования энергоёмких производств на базе последних достижений научно-технического прогресса и разработок ученых НАН Беларуси. При этом выработаны основные пути энерго- и ресурсосбережения в области тепловой обработки металла в машиностроении и металлургии, в промышленной теплоэнергетике, в рамках которых необходимо продолжить исследования;

- созданы научные основы комплексного использования топливно-энергетических и материальных ресурсов, включая промышленное освоение собственной сырьевой базы, и определены перспективные направления дальнейших исследований в этой области.

### **ROLE OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BYELORUSSIA IN PERFORMANCE OF THE INSTRUCTION OF THE PRESIDENT OF BYELORUSSIA №3 «ECONOMY AND THRIFT - PRIMARY FACTORS OF ECONOMIC SAFETY OF THE STATE»**

**Abstract:** In modern conditions of development of the world fuel and energy market and a source of raw materials questions of efficiency increasing of resources using with the purpose of maintenance of steady and dynamical social and economic development of the independent state of Byelorussia have got a special urgency.

## **ЭКОНОМИКА ЗНАНИЙ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ**

**А.И. Свириденко**

Государственное научное учреждение «Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения Национальной академии наук Беларуси», г. Гродно,  
Республика Беларусь

Экономика, базирующаяся на знаниях, превращенных в инновации, доведенных до практического использования, стала наиболее бурно развиваться в начале 90-х годов прошлого века. В связи с этим, начиная с конца XX века ускоренными темпами идет процесс перехода от традиционной индустриальной экономики, функционирующей за счет в основном эксплуатации природных материальных ресурсов, к постиндустриальной информационно-коммуникационной, базирующейся на все возрастающем использовании интеллектуального ресурса – знаниях, превращенных в наукоемкие продукты, реализация которых позволяет при минимальных затратах материальных ресурсов достигать максимума добавочной стоимости. В результате доля валовой добавленной стоимости высокотехнологических отраслей в ВВП, включая научно-исследовательские и образовательные расходы, достигла, например, в Германии 31%, Великобритании 25%. При этом инвестиции в экономику знаний в этих странах уже превышают 10-15% валового национального продукта.

Разработка и использование наукоемких ресурсосберегающих (энергию, материалы, труд) технологий все больше становится одной из основ

экономики знаний. Важно подчеркнуть и то, что ресурсоемкость производств и изделий является, наряду с потребительскими свойствами, определяющей характеристикой конкурентоспособности белорусских товаров и услуг.

Число актуальных проблем и задач экономии ресурсов в Беларуси, не требующих весьма наукоемких решений, заметно снижается. Об этом свидетельствуют проекты, предлагаемые для разработки в рамках ГНТП «Ресурсосбережение 2010». Требуются научные и научно-технические заделы, обеспечивающие замену многих высокоресурсоемких конструкций и технологий в машиностроении, производстве строительных материалов, в переработке миллионов тонн уже накопленных отходов (фосфогипс, лигнин, солевые шламы и т.п.), в создании новых малоресурсоемких высоконаукоемких отраслей экономики Республики Беларусь.

В связи с этим на первый план сегодня выходит подготовка высокообразованных специалистов по новым отраслям знаний, воспитания инновационной восприимчивости, перспективного мышления работников на всех уровнях управления конкретной экономикой.

#### **ECONOMY OF KNOWLEDGE AND RESOURCE SAVING**

**Abstract:** On the foreground preparation of highly educated experts on new branches of knowledge, education of an innovational susceptibility, perspective thinking of workers at all levels of management of concrete economy today leaves.

#### **«ГОСУДАРСТВЕННАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА «РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ-2010» - ВЫПОЛНЕНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ»**

**А.Ф.Ильющенко, А.В.Кухарев, Е.В. Алферова В.Н. Федорович**

Институт порошковой металлургии ГНПО ПМ НАН Беларуси, г. Минск,  
Республика Беларусь

Ресурсосберегающие и энергоэффективные технологии производства конкурентоспособной продукции являются приоритетными направлениями научно-технической деятельности в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 6 июля 2005 г. № 315 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2006-2010 годы». Государственная научно-техническая программа (ГНТП) «Разработка методов ресурсоэффективной модернизации межотраслевых промышленных технологий и использования местных, в том числе вторичных

материально-сырьевых ресурсов» («Ресурсосбережение-2010») утверждена приказом Председателя ГКНТ от 24 мая 2006 г. № 119 в соответствии с Перечнем утвержденным Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 4 января 2006 г. № 5. Государственный заказчик программы – Национальная академия наук Беларуси. Головная организация – исполнитель работ по программе – Государственное научно-производственное объединение порошковой металлургии. Научный руководитель – д.т.н., профессор Ильющенко А.Ф.

Целью программы в 2006-2010 гг. является научно-техническое обеспечение плановых ориентиров социально-экономического развития Республики Беларусь в 2006-2010 гг. по снижению ресурсоемкости ВВП, повышение конкурентоспособности промышленной продукции путем снижения производственных и эксплуатационных затрат, улучшение экологической обстановки за счет снижения образования отходов производства, использования вторичных ресурсов и экологически чистых технологий.

В соответствии с задачами программы работы в 2006-2007 г. ведутся по 18 утвержденным заданиям. По итогам выполнения программы за 2006 год следует отметить весомое участие научных учреждений Национальной академии наук Беларуси и большое число производственных предприятий различных отраслей народного хозяйства республики в реализации заданий программы. Финансирование из средств республиканского бюджета составило **868,8 млн. руб.** За 2006 год освоено товарной продукции на **10221,6 тыс. у.е.** по выполненным заданиям ГНТП. На один рубль затрат республиканского бюджета по заданиям, осваиваемым в 2006 году, произведено продукции на **8,0** рублей.

#### **«THE STATE SCIENTIFIC AND TECHNICAL PROGRAM «RESOURCE SAVING-2010» - PERFORMANCE AND REALIZATION OF RESULTS»**

**Abstract:** Resource saving and power effective «know-how» of competitive production are priority directions of scientific and technical activity according to the Decree of the President of Byelorussia from July, 6, 2005 № 315 «About the statement of priority directions of scientific and technical activity in Byelorussia for 2006-2010 ».

**ТОРФ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ТОПЛИВА ДЛЯ МАЛОЙ  
ЭНЕРГЕТИКИ  
В.А. Бородуля**

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

В недрах Республики Беларусь имеются значительные ресурсы торфа, освоение которых может оказать заметное влияние на экономику страны.

Из всех видов твердых горючих ископаемых торфяные ресурсы являются наиболее изученными и востребованными, прежде всего в топливно-энергетическом комплексе и сельском хозяйстве. Они активно разрабатывались многие десятилетия. В отдельные периоды развития экономики страны торф выступал основным видом топлива в производстве тепловой и электрической энергии, обеспечивал плодородие сельскохозяйственных угодий, пополняя почву органическим веществом.

Общая площадь торфяного фонда составляет ныне 2,4 млн. га с геологическими запасами торфа около 4,2 млрд. тонн. В 2006 году добыто около 2,0 млн. тонн торфа преимущественно для производства торфяных брикетов (1,2 млн. тонн), из которых поставлено на экспорт более 240 тыс. тонн. Теплоснабжение жилых поселков и индивидуальных потребителей обеспечивают 26 предприятий концерна «Белтопгаз» из 31 завода по добыче и переработке торфа.

В настоящее время предприятия торфяной промышленности работают на 46 месторождениях торфа с площадью 38 тыс. га и с запасами торфа в 106 млн. тонн. По состоянию на 01.01.2006 им отведено и используется для добычи торфа только 14,1 тыс. га с пригодными для добычи запасами торфа в 22,2 млн. тонн (общие запасы 29 млн. тонн). За счет перераспределения торфяных ресурсов по целевым фондам, пересмотра позиции торфяного фонда в земельном, природоохранном и нераспределенном фондах разрабатываемый фонд прогнозно может составить 1,1-1,2 млрд. тонн с извлекаемыми запасами 600-800 млн. тонн. В общем объеме котельно-печного топлива доля торфа в 2012 г. должна составить 1,2 млн. тонн условного топлива (тут), а в перспективе к 2020 г. возрасти до 1,5 млн. тут. Для этого необходимо по сравнению с 2005 г. в 1,4 раза увеличить количество отведенных земель торфяных месторождений и иметь в наличии не менее 20 тыс. га, т.е. отвести в установленном порядке около 6,0 тыс. га торфяных месторождений для добычи торфа. Предложения по отводу таких площадей в настоящее время подготовлены концерном «Белтопгаз» и согласовываются с областями.

Сегодня в мировом масштабе использование торфа в качестве источника

энергии и в производстве незначительно и составляет примерно одну тысячную от потребляемой в мире энергии, однако в некоторых странах на его долю приходится от 10 до 20% энергии. Так, например, в Финляндии в 2006 г. добыто 15,1 млн. тонн торфа для нужд энергетики. Удельный вес его использования в выработке тепловой энергии составляет 17,5%, электрической – 5,3%.

Для оперативного увеличения объемов добычи торфа для нужд энергетики и коммунально-бытового топлива, сельского хозяйства в соответствии с Директивой Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. №3 «Экономия и бережливость - главные факторы экономической безопасности государства» разрабатывается Государственная программа «Торф». В ней предусматриваются работы по оценке торфяного фонда страны и его перераспределению по целевым фондам, отводу новых площадей для добычи торфа и возможного строительства на них мини-ТЭЦ, обоснованию и разработке экологически безопасных ресурсосберегающих технологий и соответствующего оборудования по добыче, переработке и сжиганию торфа, в том числе совместно с другими горючими материалами.

Однако комплексное решение проблемы вовлечения торфа в энергобаланс республики связано не только с получением необходимых объемов этого вида топлива, но и с производством специального котельно-топочного оборудования, предназначенного для использования только в большой, но и малой энергетике и коммунальном хозяйстве.

Номенклатура выпускаемого в республике твердотопливного водогрейного котельного оборудования в диапазоне мощностей от 0,12 до 3,0 МВт достаточно широка и разнообразна. Основным способом сжигания в них древесного топлива, торфа (брикетного) и угля различных месторождений является слоевой способ на колосниковых решетках. В тоже время в условиях реальных объектов теплоснабжения почти у всех эксплуатируемых типов котлов основные теплотехнические показатели (теплопроизводительность, КПД и др.) оказываются ниже декларируемых. Это связано не только с нерациональной компоновкой в них топочного пространства и недостаточной площадью конвективных поверхностей, но и с высокой чувствительностью к качеству топлива (влажность, зольность, фракционный состав и т.д.) и проблематичностью обеспечить его полное сгорание из-за трудностей, связанных с подачей необходимого количества воздуха в течение определенного периода времени. Кроме того, они не предназначены для сжигания фрезерного торфа, в то время как для нужд энергетики торф добывается в основном фрезерным способом

Сегодня общепризнано, что одной из перспективных технологий, позволяющих эффективно использовать торфа, является бурно развивающаяся в последние 25 лет технология сжигания низкосортных

твердых топлив в «кипящем» слое, которая позволяет также эффективно использовать бурые угли и сланцы любой калорийности.

Институтом тепло-и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси совместно с ОАО ГСКБ (г. Брест) течение ряда лет проводятся исследования по разработке и совершенствованию перспективных технологий сжигания местных видов топлива, разрабатываются водогрейные и паровые котлы мощностью 0.12-4.0 МВт, в том числе с топками кипящего слоя на низкосортных углях и биомассе. Они отличаются от имеющихся аналогов более широкими возможностями сжигать различные твердые топлива, в том числе с повышенной влажностью, а при необходимости работать на растопочном жидком или газообразном топливе с использованием пусковых горелок. КПД котлов –80-82%. Котлы стальные, вертикальные, жаротрубные с топкой кипящего слоя, в которой грубодробленое твердое топливо горит в среде инертного наполнителя – песка, золы, сорбента серы (например, доломита). Нижняя циркуляция и регенерация материала слоя позволяют работать на топливе различной зольности при относительно больших размерах частиц и малых скоростях газов в топке. Система автоматики и управления поддерживает температуру в топке на заданном уровне, при этом регулирование температуры слоя осуществляется с помощью рециркуляции дымовых газов. Для изменения теплопроизводительности установки изменяются расход воздуха и уровень кипящего слоя, который поддерживается датчиком уровня слоя при заданном уровне мощности установки.

В Литве ОАО «Маргауса» с технической помощью ОАО «ГСКБ» (г. Брест) в 2004 г. был удачно осуществлен проект отопления пансионата “Seneliu Globos Namai” под г. Каунасом на базе водогрейного котла с кипящим слоем тепловой мощностью 1,25 МВт. После этого была спроектирована и построена в 2006 г. в г. Россяйняй (в 80 км от г. Каунаса) отопительная котельная тепловой мощностью 10 МВт, состоящая из двух водогрейных котлов (3-х и 7-ми МВт), реализующих принцип сжигания фрезерного торфа в кипящем слое. Эта котельная не имеет аналогов не только в странах Балтии, но и СНГ.

Обе котельные установки показали эффективную и надежную работу. По мнению литовских специалистов, стоимость 1 Гкал из торфа обходится им в 4 раза дешевле по сравнению с другими видами топлива, а срок окупаемости вложенных средств не превышает 5 лет.

Таким образом, учитывая, что стоимость добываемого фрезерного торфа в настоящее время около 30 \$ за т у.т., а стоимость импортируемого природного газа для потребителей уже в текущем году составляет около 120 \$ за т у.т., необходимо, с одной стороны, резкое увеличение объемов добычи торфа для энергетического потребления, а с другой – перевод на торф отопительных котельных и технологических топков, в том числе за счет

внедрения универсальных по топливу паровых и водогрейных котлов с топками кипящего слоя.

## **PEAT - THE PERSPECTIVE SOURCE OF FUEL FOR SMALL POWER**

**Abstract:** Taking into account, that cost of extracted milling peat now about 30 \$ for ton of conditional fuel., and cost of imported natural gas for consumers in the current year makes about 120 \$ ., the sharp increase in volumes of extraction of peat for power consumption, and with another - translation into peat heating boiler and technological fire-chamber is necessary, on the one hand, including due to introduction universal on fuel of steam and water-heating boilers with a boiling layer fire-chamber.

## **РЕСУРСЫ ДРЕВЕСНОГО ТОПЛИВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

**В.Ф. Багинский<sup>1</sup>, Ф.Ф. Бурак<sup>2</sup>, О.В. Лапицкая.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Институт леса НАН Беларуси, г. Гомель, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Республиканское дочернее унитарное предприятие «Гомельлеспроект», г. Гомель, Республика Беларусь

<sup>3</sup>Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого, г. Гомель, Республика Беларусь

Выполнение задачи, поставленной Президентом Республики Беларусь А.Г. Лукашенко о замене 25% импортируемых энергоресурсов местными видами топлива, потребовало определить резервы дровяной древесины в нашем государстве. Но точных оценок запасов этого топлива не существует. Названную работу выполняют разные ведомства, а их результаты отличаются в разы. Для примера можно назвать результаты работы, представленные НИИ Минэнерго на выставке «Лесдревтех» в 2007 году по обоснованию размещения ТЭЦ на территории Беларуси, и сообщение акад. И.И. Лиштвана об ожидаемых объемах поставки дров на ТЭЦ предприятиями Минлесхоза, сделанное на Международном семинаре по проблемам Полесья в июне 2007 г. в г. Пинске.

Такое положение вызвано тем, что в настоящее время точно учитывают лишь дрова топливные, а лесосечные отходы и отпад определяют с точностью 30-50% и даже меньше. Исследованиями Института леса, проведенными в 2007 году, установлено, что в порядке рубок промежуточного пользования ежегодно вырубает около 2 млн. м<sup>3</sup> отпада. Сколько еще отпада допустимо вырубать, учитывая его экономическую доступность и экологические ограничения, устанавливает в настоящее время Институт леса и другие организации при выполнении ГКПНИ «Энергобезопасность» и грантов

БРФФИ. Эта работа завершится в 2009 году.

В соответствии с «Программой развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2007-2011 годы» ежегодное количество дров, которое будет заготавливаться в 2007-2011 гг. составит 5,7 млн. м<sup>3</sup>. Из этого количества 5,6 млн. м<sup>3</sup> потребуется для обеспечения потребностей населения и организаций социальной сферы, а также концерна «Беллесбумпром» для выпуска изделий. На долю «Белэнерго» остается 100 тыс. м<sup>3</sup> дров, а также отходы деревообработки, лесосечные отходы и естественный отпад. Их общий объем определен в 2007 году в 3,1 млн. м<sup>3</sup>, а в 2011 году в 3,5 млн. м<sup>3</sup>, в т.ч. лесосечные отходы и естественный отпад в 1,9 и 2,0 млн. м<sup>3</sup> соответственно. Приведенные цифры следует считать ориентировочными, требующими существенного уточнения. В настоящее время РДЛУП «Гомельлеспроект» и Институт леса выполняют работу по определению запасов лесосечных отходов и древесного отпада, результаты которой станут известны в 2009 году.

#### WOOD FUEL RESOURCES IN THE REPUBLIC OF BELARUS

**Abstract:** In Belarus 5.7 million m<sup>3</sup> of fuel wood and 3.1 to 3.5 million m<sup>3</sup> of debris and dead-standing trees were demonstrated to comprise wood fuel resources. However, the latter value may be in gross error and thus should be refined.

#### РЕСУРСО – И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЬЯ ГНУ «ИТМ НАН БЕЛАРУСИ» Е.И. Марукович, В.А. Пумпур

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

Критерии энерго- и ресурсосбережения являлись и являются первичными при разработке новых производственных технологий учеными института. Разработанные технологии непрерывного горизонтального литья заготовок деталей транспортного машиностроения из латуни, бронзы и чугуна позволяют: получать отливки с высокими эксплуатационными свойствами; экономить материальные ресурсы за счет использования при литье вторичных отходов; повысить производительность труда; расширить номенклатуру выпускаемых профилей за счет быстрой переналадки оборудования с одного размера на другой. Одна из таких технологий позволяет получать из отходов

цветных металлов высококачественные прутки, которые РПУП «Белцветмет» поставляет на предприятия машиностроительного комплекса.

Разработанные для РУП «Белорусский металлургический завод» технологии получения горячекатаных цинковых и медных анодов позволяют уменьшить энергозатраты при производстве анодов, так как не предусматривают многократной прокатки металла, что характерно для традиционной технологии, используемой в России. Кроме того, эти технологии ориентированы на использование отходов гальванических производств, что ведет к экономии металлов и уменьшению стоимости анодов для Беларуси.

Технология изготовления хлористомедной армированной ленты для водоактивируемых химических источников тока нашла применение за рубежом, не в последнюю очередь, за счет значительного ресурсосбережения в результате замены хлористого серебра, используемого ранее, хлористой медью.

Ресурсосберегающей является и технология получения биметаллических заготовок методом электрошлакового переплава, которая внедрена на заводе «Могилевлифтмаш», где организуется серийный выпуск биметаллических червячных колес главного привода лифтов, что значительно повысит эксплуатационные характеристики отечественных лифтов, а значит, сэкономит средства и металлоресурсы.

Технология получения «телескопического» слитка является энергосберегающей, так как две разнотипные заготовки (втулка и стержень) отливают одновременно на одной установке непрерывного горизонтального литья, а не на двух.

Внедрение на РУП ««МАЗ» Могилевтрансмаш» технологии компьютерного проектирования и моделирования несущих элементов автомобильных стреловых кранов привело к снижению непроизводительных потерь при подготовке производства на 15-20% за счет проведения компьютерных экспериментов, а также к уменьшению брака.

#### RESOURCE AND ENERGY SAVING CASTING TECHNOLOGIES OF SSI «ITM NAS OF BELARUS»

**Abstract:** Resource and energy saving casting technologies, created by ITM NAS of Belarus are described. These technologies are: continuous horizontal casting technology of nonferrous metals, technology of production of hot-rolled zinc and copper anodes, technology of production of reinforced belt from CuCl for chemical power sources activated by sea water, electroslag casting technology for production of bimetal billets, technology of production of telescopic billets, technology of computer designing and modeling of work elements of truck-based jib cranes.

**РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЯХ ПРОИЗВОДСТВА  
ОСНОВНЫХ ВИДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ  
В.Н.Дашков, И.И.Пиуновский, В.И.Володкевич**

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр  
Национальной академии наук по механизации сельского хозяйства», г.Минск,  
Республика Беларусь

Одним из реальных путей снижения затрат ресурсов в сельском хозяйстве является разработка новых ресурсосберегающих технологий и технических средств, а также совершенствование структуры машинно-тракторного парка, повысив эффективность его использования, обеспечив производство конкурентоспособной продукции.

Для достижения этих задач в стране накоплен определенный опыт. Так, за последние годы удельный вес республиканского сельхозмашиностроения увеличился более чем в 5 раз. Ее изготовлением занято более 100 предприятий, на которых работают около 30 тыс. рабочих, выпускающих свыше 200 наименований машин и оборудования.

При этом принимаются меры не по замене тракторов и сельхозмашин на новые с прежними техническими характеристиками, а на обновление парка машин техническими средствами нового поколения, которые должны обеспечить существенный рост производительности труда, экономить топливо и другие ресурсы, создать оптимальные условия для высокоурожайного возделывания сельскохозяйственных культур и содержания высокопродуктивных животных и птицы. Необходимо реализовать перспективные машинные технологии производства сельскохозяйственной продукции, сделать ее и выпускаемую технику конкурентоспособными на внутреннем и внешнем рынках.

Для разрешения назревшей проблемы была утверждена Республиканская программа создания сельскохозяйственной техники и оборудования для производства и переработки сельскохозяйственной продукции на период 2002-2005 годы, по которой предусматривалось разработать 99 и освоить производство 86 наименований ресурсосберегающих технических средств.

При полном освоении Программы энерго- и материалоемкость сельскохозяйственной продукции снизится в 1,4-1,7 раза, расход топливно-энергетических ресурсов – на 8-10%, уменьшив затраты на эксплуатацию машин в 1,3-1,4 раза.

**RESOURCE SAVING IN TECHNOLOGIES OF PRODUCTION OF THE  
MAIN KINDS OF AGRICULTURAL PRODUCTS**

**Abstract:** The ground of ways of reduction energetical and material expenses on production of the main kinds of plant-growind and stock-breeding products is given. It attains thanks to technical means intensification, creation of the new energy-saving technical means and improvement of usage of existing in a economy means of mechanization. By adopted Republican programme of agricultural machinery creating on 2002-2005 period there were elaborated 99 and mastered 86 names of technical means for mechanization of processes in plant-growind and stock-breeding. At full mastery of the programme energy and material consumption of agricultural products will reduce in 1,4-1,7 times, full and energetic resources consumption – on 8-10%, decreasing expenses of machine exploitation in 1.3-1,4 times.

**К ВОПРОСУ О ПЕРЕРАБОТКЕ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ  
С.Г. Кудян, В.М. Шаповалов, Н.К.Мышкин**

Институт механики металлополимерных систем НАН Беларуси, г. Гомель,  
Республика Беларусь  
РУП СКТЬ «Металлополимер», г. Гомель, Республика Беларусь

В Республике Беларусь ежегодно образуется более 2 млн.т. бытовых отходов, из которых доля полимерных материалов (ПМ) составляет порядка 10 %. В настоящее время интенсивно развивается переработка отходов ПМ путем их уничтожения (вывоз на свалку или сжигание с последующим захоронением шлаков) и вторичной переработки в материалы и изделия, пригодные к дальнейшему использованию в народном хозяйстве. Наиболее успешно проблема рециклинга решается в Гомельском регионе, где ИММС НАН Беларуси совместно с РУП СКТЬ «Металлополимер» и Гомельским областным комитетом природных ресурсов и охраны окружающей среды разрабатываются рециклинговые технологии и оборудование для переработки ПМ, а также осуществляется их промышленное освоение.

В то же время мониторинг накопления отходов ПМ в республике Беларусь ведется недостаточно эффективно, поскольку не определено головное ведомство, отвечающее за эту работу. Практически несколько ведомств (Минприроды, Минторговли, МЖКХ) пытаются управлять процессом, но по существу данный мониторинг находится в сфере интересов МЖКХ.

Несомненно, что в республике имеется база для развертывания сети производств переработки отходов ПМ. Это хорошо видно на примере РУП

СКТБ «Металлополимер», где по поручению Минприроды разработано и производится оборудование для сортировки бытовых отходов (изготовлено и передано предприятиям ЖКХ -22 станции сортировки ТБО). При этом стоимость изготавливаемого комплекта оборудования для переработки полимерных отходов в 2-6 раз дешевле аналогичного оборудования, производимого в Украине, России и Германии. РУП СКТБ «Металлополимер» является также резидентом СЭЗ «Гомель-Ратон» и активно поставляет свою продукцию на экспорт (около 30% от общего объема производства). За 2004-2006 г.г. изготовлено 64 единицы оборудования общей стоимостью 4,7 млрд. рублей. Однако распространение этих разработок в настоящее время приостановлено, главным образом, из-за отсутствия общей позиции и разногласий по этому вопросу между ведомствами.

Поэтому для реализации системы переработки отходов ПМ в республике Беларусь, по нашему мнению, необходимо: во-первых, концентрация усилий в рамках одного из ведомств и возможное формирование специальной программы по рециклингу; во-вторых – принятие законодательных мер, упреждающих необоснованное накопление отходов ПМ и стимулирующих их утилизацию.

В решении данной проблемы очевидной представляется роль НАН Беларуси, заключающаяся в дальнейшем развитии работ по усовершенствованию технологии переработки вторичных полимеров, повышению производительности разработанного оборудования и расширению его номенклатуры. Данная работа может быть сконцентрирована на базе ИММС НАН Беларуси и РУП СКТБ «Металлополимер», а также НИЦ ПР НАН Беларуси, учитывая накопленный ими в этой области опыт.

### **TO THE PROBLEM OF POLYMERIC WASRES**

**Abstract:** The problems accumulation and salvaging polymeric wastes in Gomel region are considered. The ways of solving existing problems on recycling polymer wastes are proposed.

## **ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ И НЕТРАДИЦИОННЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ**

**ТЕХНОЛОГИЯ КИПЯЩЕГО СЛОЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ  
ПОЛИКРЕМНИЯ ДЛЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ  
В.А. Бородуля, Л.М. Виноградов, Г.И. Пальченок, О.С. Рабинович,  
А.В. Акулич, В.В. Корбан**

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

Основным препятствием на пути развития наиболее перспективного вида преобразования солнечной энергии в электрическую в настоящее время является высокая стоимость и недостаточное количество на рынке традиционного сырья для производства солнечных элементов – поликристаллического кремния. В технологической цепочке его современного производства существенная роль отводится методу кипящего слоя. Достижимые при этом высокая производительность реактора кипящего слоя, сравнительная простота оборудования и возможность организации непрерывного автоматизированного технологического процесса, а также снижение удельного потребления энергии по сравнению с используемыми реакторами стержневого типа позволяют значительно сократить затраты на производство солнечного кремния и сделать его более массовым.

Разработка теоретических моделей процессов в реакторах кипящего слоя, используемых на различных этапах производства поликристаллического кремния, необходима для более глубокого понимания особенностей технологии, оптимизации режимных параметров и устранения нежелательных эффектов. Это обеспечивает успешный переход от лабораторных экспериментов к промышленным масштабам производства.

Авторами проведен теоретический анализ и разработаны численные модели реакторов кипящего слоя, используемых в производстве поликристаллического кремния. Это модель процесса гидрохлорирования металлургического кремния с целью получения хлорсиланов, а также модели водородного восстановления трихлорсилана и пиролитического разложения моносилана. Указанные модели характеризуются различными уровнями детализации рассматриваемых процессов – от одномерного феноменологического описания до двух- и трехмерного CFD-моделирования. Сочетание различных подходов позволяет найти компромисс между

производительностью численного расчета, и детальностью получаемой в его результате информации.

На основании полученных результатов разработаны рекомендации по выбору оптимальных конструктивных и режимных параметров перспективных реакторов кипящего слоя для производства поликристаллического кремния для солнечной энергетики.

### **FLUIDIZED BED TECHNOLOGY IN PRODUCTION OF POLYSILICON FOR SOLAR POWER ENGINEERING**

**Abstract:** Numerical models of fluidized bed reactors used in production of polysilicon for solar power engineering are presented. Based on the results obtained, recommendations have been developed for choosing optimum design and operating parameters of promising fluidized bed reactors intended for hydrochlorination of metallurgical silicon, hydrogen restoration of trichlorosilane, and pyrolytic decomposition of monosilane.

#### **РАЗРАБОТКА ГЕЛИО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ УСЛОВИЙ БЕЛАРУСИ**

**С.В.Конев, Е.Ю.Ивашенко, Н.С.Кузьмина**

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

На основе анализа особенностей климатических и топливно-экономических условий Беларуси, определены три основных направления развития гелиотеплотехнических систем:

1. Выпуск высокоэффективных, быстро окупаемых плоских гелиоколлекторов и создание на их основе экономичных гелиосистем.
2. Разработка вакуумных гелиоэлементов и гелиосистем на их основе.
3. Исследование и создание опытных образцов гелиоводородных установок.

По каждому направлению представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований, полученные в лаборатории терморегулирования ИТМО НАНБ.

По первому направлению создан для работы в весенне-осенний период унифицированный плоский гелиомодуль УГМ, обеспечивающий нагрев жидкости (воды) или газа (воздуха) с эффективностью не менее 0,6. Преимуществами созданных устройств являются малый вес (до 18 кг/м<sup>2</sup>) и

низкая стоимость (окупаемость не более 10 мес.). УГМ могут собираться в системы с суммарной площадью до 10<sup>3</sup>м<sup>2</sup>.

Второе направление реализуется в виде вакуумного гелиоэлемента ВГМ для утилизации солнечной энергии более длительный период включая круглогодичную эксплуатацию. Основным преимуществом данного устройства является максимальная тепловая эффективность (до 0,93) а также возможность работы в условиях при отрицательных температурах окружающей среды. Гелиоэлементы имеют длину до 2,2 м и диаметр до 75 мм и позволяют компоноваться до 40 элементов в кассете. Модификацией ВГМ является устройство с теплотрубным абсорбером.

Третье направление представляет собой гелиоэнергетическую станцию ГЭС для генерирования водорода. Разработки носят характер поисковых исследований трех типов концентраторов (параболический, параболоцилиндрический и линзы Френеля). Получены результаты по получению высокопотенциальной теплоты более 500 °С (для термokatалитического генератора водорода) и низкопотенциальной теплоты (для фотоэлектрического способа получения водорода).

Теоретические и экспериментальные исследования, а также ряд технических решений рассмотренного комплекса развития гелиотеплотехники позволяет рекомендовать все три направления для применения в РБ.

### **DEVELOPMENT OF HELIO- HEAT POWER SYSTEMS FOR CONDITIONS OF BYELORUSSIA**

**Abstract:** On the basis of the analysis of features of climatic and fuel-economic conditions of Byelorussia, the basic directions of development helio-thermotechnical systems are determined.

#### **ИДЕНТИФИКАЦИЯ КОРОТКОЗАМКНУТЫХ ВИТКОВ В ОБМОТКАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И.И. Брановицкий, Г.И. Размыслович, П.Д. Мацкевич**

ГНУ «Институт прикладной физики НАН Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь

Известно, что надежность и долговечность электроэнергетического оборудования в значительной степени определяется состоянием его обмоток, например, вероятностью образования в них витковых замыканий. Появление последних связано обычно с развитием дефектов изоляции благодаря

воздействию вибраций, температуры и других эксплуатационных факторов. Наличие короткозамкнутых контуров (КЗК), сцепленных с основным магнитным потоком в сердечнике существенно ухудшает и технические характеристики электрооборудования, в том числе приводит к падению мощности и увеличению ваттных потерь. В свете сказанного большее практическое значение имеет эффективная диагностика состояния обмоток, включая обнаружение в них КЗК. Однако, существующие средства диагностирования являются, как правило, системами индикаторного типа, требуют повышения информативности и чувствительности к выявляемому дефекту.

В данной работе приведены методика и результаты исследований влияния КЗК на переходные электрические процессы в обмотках электрических машин, дана информация о разработанном приборе для выявления витковых замыканий. В результате теоретического анализа затухающих колебаний в испытуемой обмотке, включенной в колебательный контур, получено выражение для тока переходного процесса при наличии в ней короткозамкнутого витка. Выражение позволяет количественно оценить влияние КЗК на скорость затухания переходных процессов в обмотке. Экспериментально полученные осциллограммы затухающих колебаний подтверждают результаты расчета.

На основе проведенных исследований и анализа их результатов развита методика диагностирования обмоток электродвигателей и другого электрооборудования, реализованная на аппаратном и программном уровнях в приборе ДО-1. Прибор ДО-1 позволяет проводить количественный анализ и визуальное сравнение кривых затухающих колебаний в испытуемых обмотках с эталонными, записанными в память прибора. Разработанное устройство обладает по сравнению с аналогами более высокой чувствительностью и информативностью, имеет связь с ПЭВМ через интерфейс RS232.

#### **THE DETECTION OF SHORTED SPIRES IN WINDINGS OF ELECTRICS**

**Abstract:** An influence of the shorted circuit on parameters of damping oscillations in electric machines windings was investigated. The device for detecting shorted spires was worked out.

#### **ИСПЫТАНИЯ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ И.И. Брановицкий, С.О. Фельдман, П.Д. Мацкевич**

ГНУ «Институт прикладной физики НАН Беларуси», г.Минск, Республика Беларусь

По оценкам специалистов ресурс жизнедеятельности силовых трансформаторов (СТ), как и другого электроэнергетического оборудования, эксплуатируемого в различных отраслях народного хозяйства Беларуси и стран СНГ в значительной степени исчерпан. Ограниченность финансовых средств далеко не всегда позволяет осуществлять их замену или капитальный ремонт. В этой ситуации необходимым элементом работы по повышению надежности СТ является их диагностика в рабочих условиях. Это позволяет продлить срок службы СТ, обеспечивая возможность проведения ремонта на основе объективных данных, т.е. ремонт “не по срокам, а по состоянию”. При этом повышается вероятность безаварийной работы СТ, обеспечивается значительная экономия материальных и финансовых средств. Для эффективного решения этой задачи необходима современная диагностическая аппаратура, которая позволяла бы оперативно оценивать текущее состояние СТ в рабочих условиях и периодически отслеживать его динамику во времени.

В данной работе получила развитие методология диагностирования трансформаторов, в том числе СТ в режиме холостого хода, что обеспечило повышение информативности и мобильности испытаний. В процессе исследований были определены измеряемые при испытаниях трансформаторов параметры холостого хода, совокупность значений которых достаточно объективно характеризует техническое состояние изделия. Развита программно реализуемые методы измерения электрических параметров (токи, напряжения, мощности и т. д.) и алгоритмы обработки результатов измерения применительно к трансформаторам различного типа, в том числе силовым. На основе результатов исследований разработан прибор ДСТ-1 для испытания силовых трансформаторов в режиме холостого хода, в том числе и в условиях их эксплуатации. Прибор отличается высокой информативностью, точностью и оперативностью измерений. Имеет встроенный интерфейс для связи с ПЭВМ, энергонезависимую память, позволяет просматривать и анализировать результаты испытаний в цифровой и графической форме.

#### **TESTING POWER TRANSFORMERS**

**Abstract:** A procedure of a diagnostics of transformers under idling regime was developed. The highly informative device for testing power transformers under operating conditions was worked out.

**ОЛЬХА СЕРАЯ – ВАЖНЫЙ РЕЗЕРВ ТОПЛИВА ДЛЯ МАЛОЙ  
ЭНЕРГЕТИКИ**

**Бурак Ф.Ф.<sup>1</sup>, Багинский В.Ф.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Республиканское дочернее унитарное предприятие «Гомельлеспроект», г. Гомель,  
Республика Беларусь

<sup>2</sup>Институт леса НАН Беларуси, г. Гомель, Республика Беларусь

Основным путем решения проблемы замены 25% импортируемых углеводов на местные виды топлива является использование древесины: дров, лесосечных отходов, древесного опада, отходов деревообработки. В этот перечень следует добавить древесину ольхи серой. Эта древесная порода занимает в нашей стране площадь 184,2 тыс. га с корневым запасом 22,56 млн. м<sup>3</sup>. Основное количество черноольшанников находится в Витебской области. Серая ольха считается малоценным древесным видом. При рубках ухода ольху серую удаляют. Посадки ольхи серой – обычный объект реконструкции, т.е. их должны заменять на более ценные древостои. Древесина ольхи серой основное применение находит как дрова. Поэтому запасы ольхи серой – важный резерв местного топлива.

В то же время для того, чтобы организовать хозяйство на ольху серую как значимый источник энергии, у нас недостает знаний о динамике, продуктивности и строении этих древостоев. В силу низкой ценности упомянутой древесной породы ее изучением занимались мало. Лишь в 1963 году И.Д. Юркевичем, В.С. Гельтманом и В.И. Порфеновым были изложены результаты геоботанических и лесохозяйственных исследований этих лесов. Для использования сероольшанников как топлива необходимо обосновать их возраст рубки, исходя из целевого назначения древостоев. Для этого требуется заложить до 100 пробных площадей, для определения возраста количественной спелости. Эту работу при наличии достаточного финансирования (около 110-120 млн. рублей) можно выполнить за 2 года. В этом случае при организации хозяйства на данную породу на принципах непрерывности и постоянства пользования ежегодная вырубка может составить около 1 миллиона кубометров древесины, что практически обеспечит потребность в местном топливе в районе широкого распространения названного древесного вида, т.е. в северной и северо-западной части Витебской области.

Обобщая изложенное, отметим, что в древостоях ольхи серой при вовлечении их в хозяйственный оборот в качестве древесного топлива при минимуме затрат можно будет уже в 2009-2010 годах получать около 1 млн. м<sup>3</sup> древесины, что эквивалентно 0,24-0,28 млн. т условного топлива.

**SPECKLED ALDER AS A VALUABLE FUEL RESERVE FOR SMALL  
ENERGETICS**

**Abstract:** It has been found that 1 million m<sup>3</sup> of wood fuel can be supplied every year at the expense of the harvesting of speckled alder.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПАРИТЕЛЕЙ  
АДСОРБЦИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ И ХОЛОДИЛЬНЫХ  
МАШИН**

**Л.Л. Васильев, А.С. Журавлёв, А.А. Антух, А.В. Шаповалов,  
Л.А. Драгун**

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

Актуальность работы обусловлена экологической проблемой и необходимостью экономить энергоресурсы. Перспективным направлением решения указанной задачи является применение для отопления и хладоснабжения адсорбционных тепловых насосов (АТН) и холодильных машин. АТН существенно расширяет возможности применения низкопотенциальной энергии за счет рационального ее преобразования, переход на тепловые насосы взамен котельных и бойлерных даст возможность экономить до 30% топлива, значительно улучшит экологическую обстановку в Республике Беларусь.

Эффективность работы адсорбционного теплового насоса существенным образом зависит от интенсивности теплообмена в испарительных теплообменниках сорбционных блоков. Применение пористых поверхностей обеспечивает улучшение характеристик теплообменников такого типа. В Институте тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси выполняются исследования теплообмена при парообразовании в стесненных условиях, рассматриваются микро- и минимасштабные эффекты, позволяющие дополнительно интенсифицировать теплообмен при малых и умеренных тепловых нагрузках, характерных для испарителей АТН. Внутри пористого тела происходит испарение из микрослоя жидкости и имеют место микромасштабные эффекты. Процесс может осуществляться в условиях большого объема либо при подводе жидкой фазы к местам парообразования с помощью капиллярных сил. Возможна комбинация этих двух условий. При размещении образца в ограниченном пространстве теплообмен происходит в узком щелевом зазоре, и на процесс оказывают влияние минимасштабные

процессы.

Двухфазный теплообмен в кольцевом мини-зазоре в сочетании с устойчивым процессом парообразования в порах покрытия создают условия для возникновения вынужденной конвекции без приложения дополнительной энергии, что повышает интенсивность теплоотдачи. Интенсификация теплообмена позволяет передавать большие величины тепловых потоков через поверхности меньшего размера, то есть обеспечить миниатюризацию теплообменного оборудования, что соответствует тенденциям развития современной техники.

Результаты исследований могут быть использованы при создании эффективной экологически безопасной теплообменной аппаратуры, в частности испарительных теплообменников-адсорберов сорбционных тепловых насосов и холодильных машин, систем охлаждения компонентов электроники и т.д.

#### **ENHANCEMENT OF EFFECTIVENESS OF THE OF ADSORPTIVE HEAT PUMPS AND REFRIGERATING MACHINES EVAPORATORS**

**Abstract:** The methods of increasing of a heat transfer intensity on the surface of the evaporators of adsorptive heat pumps and refrigerating machines are considered. The heat transfer process at vaporization in the high-heat-conducting porous coatings of the heat-release surfaces under the different ambient conditions (in the liquid pool or in confined space) is the subject of a study. The aim of the work is an increase of the effectiveness of the heat exchange equipment of evaporative type by the heat transfer intensification on the basis of the new information about regularities of the heat transfer at liquid change of phase.

#### **ПЕРИОД ВЫРАЩИВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ НА ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНИКАХ П.И. Волович**

Институт леса НАН Беларуси, г. Гомель, Республика Беларусь

*Постановка задачи* включала исследования роста и продуктивности хвойных и мягколиственных древесных пород при естественном возобновлении леса и искусственном лесоразведении на выработанных торфяных месторождениях. Исследуемые породы (береза, осина, сосна, ива) относятся к быстрорастущим видам, образуют различный средний прирост древесины (6-15 и > м<sup>3</sup>/га), поэтому актуально лесовыращивание с коротким

оборотом или периодом ротации (от 2-х до 30-40 лет).

*Метод исследований* базируется на сравнительном анализе выращивания быстрорастущих древесных пород на выработанных торфяных месторождениях.

*Полученные результаты* показывают, что на выработанных торфяниках основной лесообразующей породой, участвующей в формировании насаждений естественного происхождения, является береза пушистая. Другие породы (сосна, осина, ива, крушина) составляют в общем эквиваленте 55,2%. Характер возобновления изменяется в зависимости от типа болотообразования, месторасположения участка (кавальер осушителей, собирателей, картовые поля и т.п.), уровня грунтовых вод, развития травянистой растительности и состава примыкающих насаждений.

Продуктивность 20-летних насаждений естественного происхождения (береза пушистая) достигает 100 м<sup>3</sup>/га. В смешанных древостоях с искусственным разведением сосны запас их возрастает до 200 м<sup>3</sup>/га в условиях 2-3-летней давности прекращения разработки. В данном случае средний прирост древесины равняется 10 м<sup>3</sup>/га, что свидетельствует об интенсификации лесовыращивания и целесообразности принятия 20-летнего периода ротации.

В исследованиях проведенных ранее, отмечается интенсивный рост и продуктивность местных древесных видов (сосна, ель, осина) и интродуцентов мягколиственных пород. В частности, установлен высокий средний прирост древесины (12,0-16,5 м<sup>3</sup>/га) тополя волосистоплодного при 10-летнем периоде выращивания.

Наименьший период ротации (3-5 лет) при высокой производительности (200-300 ц/га) накопления древесной биомассы характерен для ивы, однако среднегодовой прирост древесины значительно изменчив, а высокоинтенсивные технологии ее выращивания в энергетических целях требуют крупных инвестиций.

Таким образом, на выработанных торфяниках возможно выращивание быстрорастущих древесных пород, отличающихся объемами накопления биомассы и периодом ротации.

#### **RAISING OF TIMBER ON CUTOVER PEATLANDS TO MEET ENERGY NEEDS**

**Abstract:** The paper addresses the productivity of forest stands established on cutover peatlands and raised for different periods of time.

## КОМПЛЕКСНАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ

В. Л. Драгун, Н.И. Стетюкевич, В.Ф. Шевцов, А.П. Козлова

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

*Постановка задачи.* Промышленные строительные конструкции подвергаются динамическим воздействиям, высокотемпературному лучистому нагреву и физическому износу (коррозия, деформация и прогибы, повреждения и разрушения). На долговечность железобетонных и металлических конструкций также существенно влияют блуждающие токи, под воздействием которых ускоряется коррозия арматуры железобетонных и металлических конструкций. Особенно важно проведение обследований после техногенных воздействий (пожары, взрывы и др.) и оценка технического состояния зданий и конструкций, поврежденных пожаром. Разработка более совершенных методик диагностики состояния строительных конструкций на базе тепловых методов является актуальной задачей.

*Методы исследования.* В качестве измерительного оборудования при проведении тепловой диагностики строительных конструкций в данной работе использованы контактные средства измерений: цифровой термометр ТК-5 для контроля температуры в опорных точках, измеритель теплового потока ИТП-20М, приборы для измерения теплофизических свойств ИТ-л-400, ИТ-с-400. Для построения изотерм использовалась инфракрасная тепловизионная система ИРТИС-200. При расчетах плотности теплового потока в конструкциях, распределения температуры и теплового сопротивления строительных материалов апробировано программное обеспечение на базе инженерной системы моделирования физических полей ELCUT.

*Результаты.* С помощью данной методики выявлены области нарушения герметичности слоя теплоизоляции стенки хранилища жидкого аммиака ГПО «Азот», получены изотермы поверхности железобетонных конструкции, позволяющие исследовать геометрическую структуру внутренних дефектов. Возможности теплового контроля имеют ограничения: температурные аномалии сглаживаются по амплитуде; коэффициенты излучения имеют большую степень неопределенности; теплофизические свойства определяются с высокой погрешностью; метод имеет ограничения для материалов с высокой и низкой теплопроводностью.

*Заключение.* В данной работе показано, что комплексные методики восстановления распределения тепловых дефектов и тепловизионные аппаратные средства позволяют получить более точную информацию о

теплонпряженных местах строительных конструкций, где необходимо использовать дополнительные меры защиты конструкций.

## COMPLEX CRACK DETECTION OF BUILDING THERMAL PROTECTION

**Abstract:** In the given work it is shown, that complex techniques of restoration of distribution of thermal defects and thermal imaging hardware means allow to receive more exact information on heat-stressed places of building designs where it is necessary to use additional measures of protection of designs.

## РАБОТА ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ НА РАСТИТЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ ИЗ РАПСОВОГО МАСЛА

А. И. Якубович, В. Е. Тарасенко

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск,  
Республика Беларусь

Поиск заменителей традиционных видов топлива для тракторной техники проводится в различных направлениях, одним из которых является использование растительных масел. Использование рапсового масла в качестве моторного топлива нами прорабатывалось по двум направлениям: первое – смесь рапсового масла с дизельным топливом; второе – моторное топливо из рапсового масла. Основная цель работ заключается в изучении возможности дизелей работать на традиционном нефтяном топливе и альтернативном растительном (биотопливе). Особенность компоновки и два топливных бака на тракторе «Беларус» обеспечивают возможность иметь на тракторе два вида топлива.

Исследованиями выявлено, что мощность дизеля Д-243 при работе на биотопливе уменьшается на 2,01 кВт или 3,4% при одинаковых условиях и работе дизеля на дизельном топливе марки «Л». Удельный расход топлива при мощности 56,62 кВт увеличивается на 27,8 г/кВт•ч или на 11,8%. При работе дизеля на биотопливе при увеличении угла опережения подачи топлива с 23 до 26° и увеличении удельного расхода топлива на 1,28% мощность увеличивается на 0,23%.

По удельному расходу топлива при работе дизеля на биотопливе наиболее приемлемым является угол опережения подачи топлива 23°.

Проведённые испытания дизеля Д-243 при работе на смеси из рапсового

масла и дизельного топлива марки «Л» в соотношении 1:1 показали, что мощность дизеля уменьшается на 1,5%, удельный расход топлива при эксплуатационной мощности увеличивается до 6,4%.

Дизель Д-243 по результатам испытаний имеет достаточно хорошую приспособляемость для работы на смесях растительного рапсового масла с дизельным топливом и на биотопливе, состоящего из метиловых эфиров рапсового масла.

Тем не менее, определённые условия при использовании топлива из рапсового масла существуют. Биотопливо легко растворяет старые отложения нефтяного дизельного топлива в топливных баках, топливопроводах, что может привести к засорению топливных фильтров. Возможно «разбухание» топливных шлангов и уплотнителей, изготовленных из пластмасс, снижение вязкости масла при попадании в масляный картер, повреждение лаковых покрытий.

#### **WORK OF THE TRACTOR DIESEL ENGINE ON VEGETATIVE FUEL FROM COLZA OIL**

**Abstract:** By results of tests Diesel engine d-243 has good enough adaptability for work on mixes vegetative colza oil with diesel fuel and on the biofuel, consisting of methyl ethers colza oil .

#### **ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСТРОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ Е.В. Кашевская, А.С. Ковальчук, И.С. Мельникова**

ГУ ВПО «Белорусско – Российский университет», г. Могилев, Республика Беларусь

На 01.01.2006 г. общая сеть дорог в Республике Беларусь составляла около 150000 км. В настоящее время сеть дорог общего пользования, находящаяся в ведении Департамента «Белавтодор» Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, составляет 82958 км, в том числе 15406 км республиканских дорог и 67552 км – местных. Твердое покрытие имеет 96% автомобильных дорог общего пользования, причем 90% из них - асфальтобетонное покрытие и 10% - цементобетонное покрытие. В соответствии с Европейскими стандартами магистральные дороги должны обеспечивать пропуск транспортных средств с нагрузкой 11,5 тонн на одиночную ось. Протяженность таких участков дорог по состоянию на 01.01.2006 г. составила 941 км, при этом 7484 км дорог не обеспечивают

прохождение нагрузки 10 тонн на одиночную ось, в том числе – 1832 км не способные пропустить нагрузку, превышающую 6 тонн на одиночную ось грузового автомобиля.

Причиной низкой несущей способности и быстрого выхода из строя асфальтобетонных дорожных покрытий являются не только низкие расчетные нагрузки, но и неравнопрочность дорожного покрытия по площади его поверхности. Причиной неравнопрочности является, как правило, неравномерное уплотнение асфальтобетонной смеси в момент устройства покрытия из-за температурной сегрегации асфальтобетонной смеси.

Основная цель исследований - разработка технологии устройства асфальтобетонных покрытий, обеспечивающей устранение негативного влияния температурной сегрегации на равнопрочность дорожного покрытия.

Важнейший результат заключается в том, что создана методика исследования изменения теплофизических свойств асфальтобетонной смеси при остывании; открыты закономерности изменения теплофизических свойств асфальтобетонной смеси под воздействием внешних факторов и управления параметрами уплотнения асфальтобетонной смеси в зависимости от характеристик температурной сегрегации. Исследования проводились впервые и основаны на принципиально новом методе исследования эффекта температурной сегрегации асфальтобетонных смесей с использованием инфракрасной фотокамеры (тепловизора).

Исследования проводились в условиях реального производства. Полученные результаты позволят разработать новую технологию устройства долговечных асфальтобетонных покрытий.

Ожидаемый экономический эффект основан на повышении качества строительства асфальтобетонных покрытий с точки зрения достижения высокой степени равнопрочности покрытия по всей площади, что обеспечит увеличение межремонтного срока службы устроенных по данной технологии покрытий в два раза, снизит объем направляемых на ямочный ремонт финансовых и материальных средств, устранил помехи движению при проведении текущего ремонта.

#### **POWER ESTIMATION OF CONSTRUCTION OF ASPHALT CONCRETE COVERINGS**

**Abstract:** The results of researches in the field of an estimation of thermal energy losses during the process of construction of asphalt concrete coverings are submitted in the article. There are also considered influences of thermal energy losses on quality and durability of asphalt coverings and the methods of improvement of construction technology of road coverings of asphalt and concrete mixes in view of objective processes of temperature stratification.

**РАЗРАБОТКА ПАРОКОМПРЕССИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ  
ДЛЯ УСЛОВИЙ БЕЛАРУСИ**

**С.В. Конев, Н.С. Кузьмина, Е.Е. Шумская**

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

В РБ тепловые насосы ТН не получили достаточного распространения несмотря на то, что в мире парокompрессионные тепловые насосы ПК ТН широко известны и составляют 99,9 % от всех видов ТН. Это объясняется достаточно высокой стоимостью, малым коэффициентом трансформации теплоты и рядом проблем методического характера. Лаборатория терморегулирования (ЛТ) ИТМО НАН Беларуси является практически единственной организацией, занимающейся разработкой парокompрессионных тепловых насосов в РБ. Программа ЛТ исследований парокompрессионных тепловых насосов носит комплексный характер и включает анализ, теоретические и экспериментальные исследования, разработку и прикладной опыт.

Создана компьютерная программа, позволяющая рассчитывать термодинамический цикл ТН, оптимизировать технические параметры схемы, прогнозировать пути повышения коэффициента трансформации теплоты. Показано что теоретически можно увеличить коэффициент трансформации теплоты  $K_{\text{тр}}$  в 2-3 раза ( т.е. до 8-9), по сравнению с выпускаемыми.

Создан экспериментальный стенд- ПК ТН, позволяющий моделировать различные тепловые режимы, включая испытание отдельных основных узлов: конденсатор, холодильник, дроссель и компрессор.

Основное внимание в экспериментальных исследованиях направлено на повышение коэффициента трансформации теплоты за счет повышения теплопередающих параметров испарителя и конденсатора.

Результаты комплексных исследований положены в основу создаваемых тепловых насосов. Разработан ряд ПК ТН с теплопроизводительностью 1,5; 2,8; 4; 7; 14; 21; 42 кВт. Коэффициент трансформации теплового потока у разработанных конструкций удалось увеличить на 50-150 % по сравнению с существующими, имеющими идентичные конструкционные параметры. Разработаны оригинальные термосвайные испарители на принципе сверхтеплопроводников тепловых труб, а также конденсаторов - тепловых аккумуляторов с интенсивной тепловой стратификацией.

Одним из прикладных примеров разработки является участие ЛТ в модернизация холодильного парка для охлаждения молока, путем их конструкционного перевода в тепловые насосы. Разработка позволяет

использовать получаемую тепловую энергию для нагрева воды, используемой в технологическом цикле молочных ферм РБ.

**DEVELOPMENT VAPOR COMPRESSION HEAT PUMPS FOR CONDITIONS OF BELARUS**

**Abstract:** Thermo-pile evaporators based on a principle super heat-conductors thermal pipes and also condensers - thermal accumulators with intensive thermal stratification are originally developed.

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЖИГАНИЯ НА ТЭЦ  
ХВОРОСТА-НЕЛИКВИДА, ЗАГОТОВЛЕННОГО ПРИ  
ПРОВЕДЕНИИ РУБОК УХОДА В МОЛОДНЯКАХ  
Лапицкая О.В.**

Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого, г. Гомель,  
Республика Беларусь

Получение не менее 25% энергии, требуемой народному хозяйству Беларуси за счет местных видов топлива, невозможно без использования всей топливной древесины, заготавливаемой в лесах республики, включая не находившиеся ранее применения неликвиды: хворост и лесосечные отходы. В то же время использование этих видов топлива должно быть экономически и экологически обосновано.

Нами проведены расчеты себестоимости 1 м<sup>3</sup> хвороста-неликвида, заготавливаемого при проведении рубок ухода в молодняках с учетом его доставки на мини-ТЭЦ. Такого хвороста в наших лесах ежегодно заготавливается около 600 тыс. м<sup>3</sup>.

Для выполнения работы использовали средние нормативы вырубki с 1 га при проведении рубок ухода в молодняках (9 м<sup>3</sup>), где хворост составляет около 50 %. При расчетах применены «Отраслевые республиканские нормы выработки и расценки на работы в лесном хозяйстве, сборник 1 – рубки ухода за лесом и лесохозяйственные работы», а также действующие тарифные ставки рабочих определенного разряда.

Вырубка хвороста осуществляется как вручную, так и механизировано. Трелевка трактором МТЗ-82 на расстоянии до 300 метров. Расчетные величины по вывозке получали, исходя из использования тракторов МТЗ-82.

Проведенные укрупненные расчеты показали, что себестоимость 1 плотного м<sup>3</sup> хвороста, доставленного на ТЭЦ на расстояние 20-25 км,

составляет 70-80 тыс.руб., где зарплата будет 20-25 тыс.рублей, а цена ГСМ и амортизации 45-60 тыс.руб.

Один кубометр хвороста в силу его невысокой плотности и теплоты сгорания заменяет 0,1-0,15 т условного топлива. Следовательно, при сжигании на ТЭЦ хвороста себестоимость тепла, эквивалентного 1 тонне условного топлива, составит от 460-550 до 700-800 тысяч рублей. В настоящее время и на ближайшую перспективу такая стоимость тепла, получаемая от заготовки хвороста, не выдерживает конкуренции с углеводородным сырьем. Использование хвороста как топлива может быть оправдано при совершенствовании технологии его переработки на лесосеке, что приведет к снижению себестоимости вывозки, а также в случае форс-мажорных обстоятельств с импортом энергоносителей: резкое удорожание, прекращение поставок и т.п.

#### **ECONOMIC EFFICIENCY OF BURNING AT A THERMAL POWER PLANT OF UNMARKETABLE BRUSHWOOD HARVESTED DURING INTERMEDIATE FELLING IN YOUNG STANDS**

**Abstract:** The cost of felling residues has been calculated that are harvested during intermediate felling in young stands and delivered to thermal power plants. It has been found that the cost value of heat of combustion of the brushwood equivalent to 1 ton of the comparison fuel will range from 460-550 to 700-800 thousand roubles.

#### **ПОВЫШЕНИЕ КПД СИЛОВЫХ СТОЛОВ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ ПЛАКИРОВАНИЕМ НАПРАВЛЯЮЩИХ СКОЛЬЖЕНИЯ** **М.А. Леванцевич, Н.Н. Максимченко**

Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, г. Минск,  
Республика Беларусь

*Постановка задачи.* Коэффициент полезного действия (кпд) силовых столов мод. ГУЕ4532 - ГУЕ4537, широко используемых в металлорежущих станках, сравнительно невысок и находится в пределах 0,25...0,3. Поэтому для надежного выполнения своих функциональных свойств силовые столы оснащаются мощным, энергоемким электроприводом. Повысив КПД, можно не только снизить мощность используемых электроприводов, но и повысить ресурс работы приводных электродвигателей, поскольку перегрузки, возникающие при пуске двигателя, в этом случае уменьшатся.

Перспективным направлением в решении задачи повышения КПД является снижение трения в направляющих скольжения. Задачей настоящего исследования являлась оценка применимости метода плакирования вращающейся металлической щеткой (ВМЩ) для снижения трения путем формирования антифрикционных покрытий на рабочих поверхностях направляющих скольжения.

*Методы исследования.* Сравнительные исследования триботехнических характеристик направляющих без покрытия и с покрытием проводили на испытательном стенде, выполненном на базе силового стола мод. ГУЕ4536, дополнительно оснащенного кинематически связанной с силовым столом подвижной платформой. Испытания выполняли на 2 скоростях рабочих подач силового стола – 125 мм/мин и 190 мм/мин без нагрузки и с нагрузкой. Регистрацию перемещений подвижной платформы осуществляли с помощью измерительной системы, содержащей силоизмерительный датчик с тензоусилителем, АЦП и ПК. По полученным осциллограммам определяли силу трения, возникающую в направляющих скольжения в момент начала движения подвижной платформы, в установившемся режиме и в момент обратного хода. По полученным значениям силы трения, с учетом действующей нагрузки, определяли коэффициент трения скольжения.

*Полученные результаты.* Результаты испытаний показали, что в большинстве случаев в направляющих с покрытием наблюдается снижение коэффициента трения скольжения в среднем на 20 %.

*Заклучение.* Метод формирования покрытий с помощью ВМЩ можно весьма эффективно использовать для снижения трения в направляющих скольжения, а, следовательно, и повышения КПД силовых столов металлорежущих станков. При этом важную роль играет состав материала антифрикционного покрытия.

#### **THE INCREASING OF THE EFFICIENCY OF POWER TABLES OF METAL-CUTTING LATHES BY PLATING THE PLAIN SLIDEWAYS**

**Abstract:** The results of comparative tribotechnical tests of plain slideways without coating and with coating formed by plating of rotating metal brush are submitted. It is shown that the tribotechnical characteristics improvement owing to application of coating is registered in most cases.

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ  
МЕДИЦИНСКИХ СТЕКЛОТАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

**И.А. Левицкий, И.М. Терещенко, А.П. Кравчук**

УО «Белорусский государственный технологический университет» г. Минск,  
Республика Беларусь

Ассортимент тарных изделий из стекла, потребляемых медицинской промышленностью, весьма широк. По способу получения рассматриваемые изделия могут быть разделены на две большие группы:

– мелкоразмерная тара (объем до 50 см<sup>3</sup>), формируемая на выдувных автоматах, на основе полуфабриката – стеклянной трубки, предварительно вытягиваемой из расплава стекломассы (1-я группа);

– относительно крупноразмерные изделия, формируемые непосредственно из расплава стекла автоматическими секционными машинами типа IS Hartford (2-я группа).

Научные исследования в области синтеза химически устойчивых стекол, проводимые на кафедре технологии стекла и керамики, а также накопленный производственный опыт позволяет предложить следующие технические решения по изготовлению рассматриваемых групп изделий.

Для производства изделий 1-ой группы необходимо ориентироваться на составы стекол, содержащие оксид бора. Изучение химической устойчивости отечественных промышленных составов НС, ХТ, ХТ-1, УСП-1, а также зарубежных – Schott, Fiolax и др. показывают, что прямой связи химической устойчивости стекла с содержанием В<sub>2</sub>О<sub>3</sub> не обнаруживается; большое влияние имеет соотношение оксидов-модификаторов СаО, MgO, BaO, Na<sub>2</sub>O, К<sub>2</sub>O и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Показана возможность получения нейтральных стекол с минимальным количеством переходящих в раствор компонентов при пониженном содержании В<sub>2</sub>О<sub>3</sub> в их составе (3–6 мас.%). Водостойкость опытных стекол составляет 0,217–0,251 мг/л Na<sub>2</sub>O, а промышленного состава НС-3 – 0,310 мг/л Na<sub>2</sub>O. Использование подобных стекол для производства медицинской тары позволит снизить затраты на производство и улучшить его технологичность. Необходимым условием для получения боросиликатных стекол является их варка под слоем шихты в электрических печах.

Что касается второй группы изделий, то использование боросиликатных стекол для их получения не является обязательным в связи с тенденциями, получившими развитие относительно недавно. Проведенными исследованиями доказана возможность резкого улучшения водостойкости как боросиликатных, так и щелочесиликатных тарных стекол в результате

обработки их в горячем состоянии соответствующими реагентами, причем водостойчивость стекол после обработки возрастает в 3,5–5,0 раз в зависимости от состава.

**ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES IN THE MANUFACTURE OF  
MEDICAL GLASS-WARES**

**Abstract:** Two basic directions in the field of medical glasses' synthesis depending on the type of products are determined during the researches. There are carried out research of chemical stability, crystallization stabilities and thermal expansion of the experimental glasses.

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРЕДПРИЯТИЙ ДОРОЖНОЙ  
ОТРАСЛИ**

**И.И. Леонович, Т.А. Полякова**

УО «Белорусский национальный технический университет», г. Минск,  
Республика Беларусь  
ГУ ВПО «Белорусско – Российский университет», г. Могилев, Республика Беларусь

Современные условия хозяйствования ставят перед дорожниками Республики Беларусь большие задачи по совершенствованию качества автомобильных дорог с одновременным обеспечением конкурентоспособности производственных предприятий отрасли на рынке дорожно-строительных, дорожно-ремонтных и дорожно-эксплуатационных работ. Это требует от руководителей предприятий постоянно осуществлять поиск путей снижения себестоимости производства продукции, а значит, искать возможности рационального использования материально-технических и энергетических ресурсов.

Цель данного исследования – разработка основ энергетического мониторинга предприятий дорожной отрасли для обеспечения снижения энергозатрат при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог.

По результатам проведенного сбора статистических данных по затратам электроэнергии, топливных ресурсов и горюче-смазочных материалов по различным видам работ на производственных предприятиях дорожной отрасли Могилевской области была создана база данных энергозатрат дорожно-строительных предприятий. Анализ полученных данных позволил идентифицировать и провести классификацию «источников» энергопотребления, установить закономерности распределения

энергетических затрат по различным видам работ в дорожной отрасли. Наличие базы данных позволяет также осуществлять математическое моделирование производственных процессов для прогнозирования их энергоемкости.

Полученные результаты показали, что в настоящее время назрела насущная необходимость разработать научно обоснованную систему энергетического мониторинга предприятий дорожной отрасли, которая позволит устанавливать источники высоких энергозатрат на производстве. Наличие подобной системы, кроме того, позволит максимально снизить энергетические и топливные потери, а также оптимизировать затраты на организацию и проведение самого энергетического мониторинга.

#### **POWER MONITORING OF ENTERPRISES OF THE ROAD BRANCH**

**Abstract:** An expediency of elaboration of power monitoring system of the road branch enterprises is considered in this article. This system will allow to determine sources of high power expenditures on manufacture, to lower power losses as much as possible and to optimize expenses for monitoring.

#### **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТВЕРДОГО И ЖИДКОГО БИОТОПЛИВА**

**Ю.В. Максимук, З.А. Антонова, В.Н. Курсевич**

НИИ физико-химических проблем Белгосуниверситета, Минск,  
Республика Беларусь

Исследование топливных характеристик сырья, которое используется или может быть использовано в качестве топлива, является необходимым условием для оценки энергоэффективности местных биоресурсов. Такие данные позволяют выявить закономерности изменения свойств для различных ресурсов, установить зависимости между их составом и свойствами, а также прогнозировать эти величины для смесевых топлив.

Определены основные свойства (влажность, зольность, теплота сгорания, содержание серы) для 70-и образцов различных видов жидкого и твердого биотоплива: продуктов переработки леса и древесины (опилки, кора, дрова, щепа, целлюлозные остатки, лигнин, целлолигнин, пыль и т.п.), сельскохозяйственных остатков (солома, лузга, шрот и т.п.), торфа, растительных масел и их эфиром. На основании массива экспериментальных

данных установлены закономерности изменения теплоты сгорания топлива в различных состояниях в зависимости от его состава.

Сделан вывод о необходимости подготовки твердого топлива перед сжиганием на котлах белорусских ТЭЦ, что значительно увеличит энергоэффективность использования местных энергоресурсов.

#### **ENERGY EFFECTIVENESS USING SOLID AND LIQUID BIOFUELS**

**Abstract:** The measurement' results of moisture, ash, heat of combustion and content sulphur for 70<sup>th</sup> samples of solid and liquid biofuels are represented in this article: firewood, straw, peat, lignine, celolignine, agrowaste, oils, esters of oils. The contrastive analysis for different biofuels are made, and scope of changes their properties are determination. The regularity of change for heat of combustion fuels in the different state against the composition are established.

The conclusion about needs to preparation fuel before combustion in boiler of heat and power plant is drew, its greatly increase of effectiveness to using local resource as solid biofuel.

#### **ПРИМЕНЕНИЕ КАТАЛИЗИРУЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ВОДОРОДА В ЩЕЛОЧНЫХ РАСТВОРАХ Т.И.Наливайко, А.А.Черник, И.М.Жарский**

БГТУ, г. Минск, Республика Беларусь

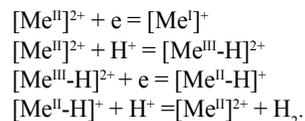
Одним из наиболее перспективных видов синтетических топлив энергетики XXI века является водород, обладающий: высокой энергоемкостью; химико-экологической чистотой; практически неисчерпаемыми запасами дешевого сырья. Электролиз воды является перспективным методом получения водорода. Однако, высокие энергозатраты сдерживают его распространение. Высокие энергетические затраты обусловлены большим теоретическим напряжением разложения воды. Одним из возможных путей снижения потенциала выделения водорода в различных средах является использование специальных электрокатализаторов, вводимых в объем электролита. Такими катализаторами могут эффективно выступать различные комплексы 3-d и 4-d металлов.

В данной работе исследовались электрокаталитические свойства таких веществ, как тетрамерный триэтаноламинный комплекс меди [ОМCu<sub>4</sub>(tea)<sub>4</sub>(ВОН)<sub>4</sub>][BF<sub>4</sub>]<sub>2</sub> (d), медный комплекс benzene-1,2,4,5-

tetracarboxylate (D), квадратный комплекс никеля на основе кетоксимов (b) в процессе выделения водорода. Целью работы является поиск новых электрокатализаторов выделения водорода, позволяющих существенно снизить энергозатраты и увеличить скорость электрохимического синтеза водорода.

Исследования проводились в щелочных растворах на электродах из меди, никеля, и сплава никель-молибден. Установлено, что все добавки достаточно эффективно снижают потенциал катода при концентрации до 0,0004 моль/л. Наиболее эффективным катализатором является добавка d, позволяющая снизить потенциал катода на 750 мВ в случае применения сплава никель-молибден в качестве катода. Применение добавок b и D – менее эффективно – снижение потенциала катода составило соответственно 400 и 300 В.

Проведение комплекса исследований позволило предложить механизм действия катализирующих добавок на исследованных электродных материалах:



Здесь Me – металл катода.

Таким, образом, в данной работе показана принципиальная возможность использования в качестве электрокатализатора катодного процесса выделения водорода тетрамерного триэтаноламинного комплекса меди на электродах из сплава никель-молибден в щелочных растворах, что позволяет снизить потенциал катода на 750 мВ, а суммарные энергозатраты на 30%.

#### **APPLICATION OF CATALYSED COMPLEXES OF METALS FOR PROCESSES OF ELECTROCHEMICAL SYNTHESIS OF HYDROGEN IN ALKALINE SOLUTIONS**

**Abstract:** In the given work the basic opportunity of use is shown as the electrocatalyst of cathodic process of allocation of hydrogen tetrameasured triethanolamine complex of copper on electrodes from an alloy nickel - molybdenum in alkaline solutions that allows to lower total power inputs on 30 %.

#### **ПРОИЗВОДСТВО БИОЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ Г.А. Шароваров, З.П. Минюк**

Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны НАН  
Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

В нашей республике большие площади загрязнены радионуклидами, актиноидами, тяжелыми металлами и другими вредными веществами. Только Чернобыльская зона отчуждения занимает площадь 2 600 кв. км. В связи с увеличением количества загрязненных территорий в настоящее время во многих странах мира рассматриваются способы очистки территорий с помощью специальных растений, которые называют гипераккумуляторами. Исследования авторов направлены на изучение возможности получения биотоплива из загрязненной биомассы. В данном докладе рассматриваются результаты исследований по получению чистых биоэнергосносителей из загрязненной биомассы. При очистке только зоны отчуждения можно обеспечить 20% энергопотребления республики.

Приводятся экспериментальные и теоретические данные, полученные при выполнении международного проекта МНТЦ В-247 «Реабилитация объектов окружающей среды, загрязненных радионуклидами», результаты совместного исследования с учеными Украины, России и Франции по использованию в качестве гипераккумулятора *Polygonum Sachalinense* F. Schmidt. За один год с помощью таких растений можно извлечь с 1 га 24 кг свинца, 322 кг цинка, 1,3 кг кадмия. Коэффициент накопления для стронция-90 составил больше 20.

Получены данные по теплотворной способности, элементному составу, зольности и другим характеристикам при рассмотрении биомассы в качестве топлива. Показано, что основное количество радионуклидов при сжигании радиоактивной биомассы находится в золе (96%). Рассмотрены средства обеспечения безопасности.

#### **BIOENERGY PRODUCTION ON THE POLLUTED TERRITORIES**

**Abstract:** Ways of clearing of territories by means of special plants which name hyperaccumulators are considered in connection with increase of quantity of the polluted territories in many countries of the world. Theoretical and experimental data with utilization of the polluted biomass as bioenergy carriers are represent in the report. Possibility of reception of a considerable quantity of pure energy carriers and other useful products is shown. It is possible to produce 20 % power consumption of our republic clearing The Chernobyl

estrangement zones. Possibility of transformation of the polluted territories in ecologically safe systems is shown.

## **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ**

### **СОЗДАНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕГО ПРОЦЕССА НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ В ЛЕНТОЧНЫЙ КРИСТАЛЛИЗАТОР В.М. Ильюшенко, В.А. Пумпур, Ю. В. Петруня**

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

Существующие технологии изготовления цинковых анодов являются либо сложными и высоко затратными, требующими больших капиталовложений на создание производства и оборудования, либо низко производительными, требующими больших трудовых затрат на изготовление продукции.

Разработанная для РУП «Белорусский металлургический завод» технология получения горячекатаных цинковых анодов позволяет уменьшить энергозатраты при производстве анодов, так как не предусматривает многократной прокатки металла, что характерно для традиционной технологии, используемой в России. Но данная технология не отличается высокой производительностью и требует 30%-го обжата получаемых заготовок. Поэтому актуальной является проблема создания высокопроизводительного, простого и дешевого технологического процесса и оборудования, способного удовлетворить потребности предприятий Республики Беларусь в цинковых анодах.

Одним из наиболее производительных способов получения плоской отливки является литье полосы между бесконечными лентами. В институте проводятся исследования возможности использования усовершенствованного способа литья между двумя металлическими лентами для получения заготовок цинковых анодов. Сущность способа состоит в том, что жидкий металл подается в полость между двумя водоохлаждаемыми рабочими металлическими лентами толщиной 1.5 мм, натянутыми на двух приводных, опорном и натяжном роликах. Толщину получаемой заготовки определяет глубина специально проточенной в барабане полости, ширина которой определяет ширину заготовки. Для отвода тепла предусматривается мощное водяное охлаждение. В результате формирования отливки происходит в основном на участке от точки заливки расплава до той точки, где отливка выходит за пределы полости. Данный способ литья является высокопроизводительным, наиболее простым и дешевым, т.е.

ресурсосберегающим способом получения заготовок цинковых анодов.

В настоящее время на основе математического моделирования процесса литья определены параметры литейной установки и оборудования, диапазон возможных режимов литья, условия охлаждения ленточного кристаллизатора и отливки, разработана опытно-экспериментальная технологическая установка. С целью решения указанных задач создан комплекс двумерных математических моделей в квазистационарной постановке, описывающих процесс теплообмена формирующейся цинковой отливки при литье в кристаллизатор ленточного типа.

#### **CREATING OF RESOURCE SAVING CONTINUOUS CASTING PROCESS INTO BELT CRISTALIZER**

**Abstract:** Resource saving foundry technological processes, created in ITM NAS of Belarus are described. The technology of continuous casting of zinc billets on belt crystallizer. Liquid metal is fed into the gap between two water-cooled working belts with thickness 1.5; the belts are stretched on two driving rollers, bearing and tension roller. The thickness of a billet is limited by a special trench, made on the drum; the width of the trench limits the width of a billet. This method of casting is highly productive, simple and low-price.

#### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ТЕХНОЛОГИИ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ АНТИФРИКЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**А.П. Краснов, Э.Е. Саид-Галиев, О.В. Афоничева, В.А. Мить, А.Ю. Николаев**

Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, г. Москва, Россия

Сверхкритический диоксид углерода ( $СК\ CO_2$ ) – это газ, нагретый и сжатый выше его критических параметров – температуры  $31,1^\circ C$  и давления 74 атм. Это подвижная среда со свойствами, промежуточными между жидкостью и газом. Обладая достаточно высокой плотностью, она хорошо растворяет многие органические соединения и некоторые полимеры. Вместе с тем вязкость, близкая к газу, делает ее прекрасным транспортным средством при модификации полимеров функциональными добавками.  $СК\ CO_2$  хорошо диффундирует в различные плотные среды со скоростями, на 2 порядка превышающими скорость диффузии обычных жидкостей. В настоящее время

$СК\ CO_2$  является наиболее экологически чистой (наряду с  $СК\ H_2O$ ) и наиболее популярной средой в процессах «зеленой химии».

Задачей данной работы явилось исследование влияния воздействия  $СК\ CO_2$  на сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ) и выяснение влияния этого процесса на свойства полученных блочных образцов, а также возможность улучшения его трибологических показателей.

Показано, что в результате воздействия  $СК\ CO_2$  значительно изменяется рельеф (форма) частиц порошка. Наиболее интересным фактом, обнаруженным в работе, явилось сохранение сформировавшейся в порошке нанопористости в блочных образцах после переработки порошка, что было показано методом рентгеновского малоуглового рассеяния.

Образование нанопористости в блочных монолитных образцах кристаллического полимера СВМПЭ заметно влияет на весь комплекс физико-химических, физико-механических и, особенно, трибологических показателей.

При исследовании поверхности было обнаружено, что краевой угол смачивания капли воды при выдержке в течение 15 минут на поверхности снижается быстрее, чем на монолитном сплошном образце, что обусловлено, вероятно, влиянием нанопористости поверхности.

Физико-механические свойства (прочность на изгиб) особенно значительно ( $c \sim 350$  до  $520\text{ кг/см}^2$ ) возрастают в случае проведения обработки  $СК\ CO_2$  порошка СВМПЭ, прошедшего последующее воздействие  $g$ -радиации. Резко улучшаются смазывающие свойства, снижается коэффициент трения и значительно ( $\sim$  в 2 раза) увеличивается фактор «PV».

#### **THE USING OF ENVIRONMENTAL PURE TECHNOLOGY OF SUPERCRITICAL CARBON DIOXIDE FOR DEVELOPING ANTIFRICTION POLYMERIC MATERIALS**

**Abstract:** Practical application of environmental pure solvent - supercritical carbon dioxide allows to improve extensively tribological activities of ultrahighmolecularweight polyethylene practically without changing mechanical properties of its block samples. This is not only a new scientific progress, but it is also a very advantageous technology.

**ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ – РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ  
ТЕХНОЛОГИЯ**

**А.Ф.Ильющенко, В.В.Савич, Е.В.Звонарев, Л.П. Пилиневич,  
В.Н. Федорович**

Институт порошковой металлургии ГНПО ПМ НАН Беларуси, г. Минск,  
Республика Беларусь

Порошковая металлургия - наиболее экономичный метод изготовления изделий: отходы материалов здесь самые низкие по сравнению с традиционными технологиями за счет получения изделий с размерами, близкими к окончательным; минимальным количеством операций. Методами порошковой металлургии производят материалы и изделия, которые либо невозможно получить традиционными металлургическими методами, либо их изготовление обходится дешевле, чем традиционным способом. В первом случае - это тугоплавкие материалы и твердые сплавы, композиционные многокомпонентные материалы и твердые сплавы, композиционные многокомпонентные материалы триботехнического (подшипники скольжения, фрикционные диски и накладки), электротехнического (щетки электрических машин, эрозионно-стойкие контакты, магнитомягкие и магнитотвердые изделия) назначения, пористые материалы и изделия из них (фильтры, катализаторы, диспергаторы, глушители шума и т.п.). Изделия первой группы, как правило, имеют ресурс работы в 1,5-10 раз выше, чем аналогичные изделия из традиционных материалов полученных традиционными технологиями. Во втором случае рассматриваются, в основном, конструкционные детали: (шестерни, храповики, диски, кольца и др.). При этом по сравнению с механической обработкой в условиях крупносерийного производства в 1,5...2,0 раза повышается коэффициент использования материала, снижается трудоемкость изготовления, обеспечивается возможность совмещения химико-термической упрочняющей обработки и спекания.

В работе представлены оригинальные результаты работ, выполненных в ИПМ ГНПО ПМ, позволяющие оценить ресурсосберегающий и экономический эффект от использования материалов и технологий порошковой металлургии в народном хозяйстве при замене ими традиционных. Показаны наиболее перспективные направления современной порошковой металлургии и области применения изделий, полученных ее методами.

**POWDER METALLURGY - RESOURCE SAVING TECHNOLOGY**

**Abstract:** In work original results of the works are submitted, allowing to estimate resource saving and economic benefit of use of materials and technologies of powder metal-

lurgy in a national economy at replacement with them traditional. The most perspective directions of modern powder metallurgy and a scope of the products received by its methods are shown.

**ПОЛУЧЕНИЕ НЕФРИТОВАННЫХ ГЛАЗУРЕЙ НА ОСНОВЕ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ СЫРЬЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ**

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

УО «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск,  
Республика Беларусь

Современные технологии получения декорированных санитарных керамических изделий базируются на использовании глушеных нефритованных покрытий, практически все сырьевые композиции которых содержат чрезвычайно опасные и опасные компоненты – углекислый барий ( $\text{BaCO}_3$ ) и цинковые белила ( $\text{ZnO}$ ), оказывающие вредное воздействие как на условия труда, так и на экологию в целом.

Задачей настоящего исследования было создание новых составов нефритованных глазурей при полном исключении токсичных составляющих и сохранении высокого уровня эксплуатационных свойств (химическая устойчивость, термостойкость), соответствия температурного коэффициента линейного расширения керамической основы и покрытия, а также декоративно-эстетических характеристик (блеск, белизна).

В результате проведенного комплексного исследования, включающего детальное изучение глазуриобразования в выбранных системах, структурно-фазовых превращений при формировании покрытий в процессе обжига в сочетании с изучением свойств установлена оптимальная область сырьевых композиций с содержанием компонентов в пределах, мас. %: пегматит 39,0–40,5; мел 2,5–5,0; песок кварцевый тонкомолотый 17,5–23,0; циркобит 10,0–12,5; волластонит 14,0–15,0; колеманит 2,9–5,0; глина огнеупорная 5,0–6,0; каолин 3,5–4,0.

Высокая степень белизны покрытий – до 90%, обеспечивается наличием равномерно распределенных в стекловидной фазе кристаллов циркона ( $\text{ZrSiO}_4$ ) с размерами 1,0–1,5 мкм, а впервые примененный в практике получения глушенных глазурей природный борсодержащий колеманит ( $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) оказал эффективное воздействие на улучшение показателей блеска, достигающих 87–88%. Эксплуатационные физико-химические характеристики покрытий соответствуют требованиям нормативной документации.

Таким образом, полное исключение токсичных компонентов из

сырьевых композиций для получения нефритованных глазурей представляет большой практический интерес для предприятий керамической промышленности, специализирующихся на выпуске санитарных керамических изделий из полуфарфоровых масс. Экономический анализ показал, что внедрение разработанных составов позволит снизить себестоимость продукции за счет исключения как токсичных, так и дорогостоящих компонентов ( $\text{BaCO}_3$ ,  $\text{ZnO}$ ) при одновременном обеспечении экологической безопасности производства.

#### **OBTAINING OF UNFRITTED GLAZES ON THE BASIS OF ECOLOGICALLY SAFE RAW COMPOSITIONS**

**Abstract:** Results of researches on obtaining of unfritted white opaque glazes from ecologically safe glaze compositions are given. The compositions do not include toxic components of the I and II classes of danger. Coatings are recommended for dressing sanitary pottery.

#### **ИЗНОСОСТОЙКИЕ ГЛАЗУРИ ДЛЯ ДЕКОРИРОВАНИЯ ПЛИТОК ДЛЯ ПОЛОВ**

**И.А.Левицкий, В.С.Новиков**

УО «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск,  
Республика Беларусь

Эксплуатация плиток для полов в помещениях жилых и общественных зданий предполагает применение глазурных покрытий с высокой износостойкостью. На предприятиях Республики Беларусь в производстве плиток для полов широко используются полуфриттованные глазури на основе сырьевых смесей, поставляемых из Италии. Данные смеси обеспечивают формирование покрытий, обладающих степенью износостойкости 3–4, но содержат в своем составе до 85 % предварительно синтезированной фритты, что весьма существенно сказывается на их стоимости. Специалистами отечественных предприятий разработаны глазури с пониженным содержанием фритты, однако данные покрытия обеспечивают степень износостойкости в пределах 2–3, что негативно отражается на их конкурентоспособности. Таким образом, весьма актуально стоит проблема разработки износостойких глазурных покрытий с целью ресурсосбережения и импортозамещения.

Для решения данной задачи на первоначальном этапе работы в системе  $\text{R}_2\text{O}-\text{RO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{ZrO}_2-\text{SiO}_2$  (где  $\text{R}_2\text{O}-\text{Na}_2\text{O}, \text{K}_2\text{O}$ ;  $\text{RO}-\text{CaO}, \text{MgO}, \text{ZnO}$ )

разработана серия фритт, характеризующихся температурой варки  $1450^\circ\text{C}$  и обеспечивающих получение покрытий с высокими техническими характеристиками: блеск 62–73 %, белизна 86–90 %, твердость по шкале Мооса 6,5–7.

Синтез полуфриттованных покрытий производился в системе пегматит – доломит – фритта – песок кварцевый – глинозем – белила цинковые – каолин – циркобит. Причем содержание фритты не превышало 27 % по массе.

Приготовление и нанесение глазурного шликера осуществлялось в соответствии с технологическими параметрами, принятыми на ОАО «Керамин». Глазурированные изделия обжигались в промышленных условиях при температуре  $1160 \pm 5^\circ\text{C}$  в течении  $42 \pm 1$  мин.

В ходе работы получен ряд составов матовых глазурей, обладающих высокими эксплуатационными и эстетическими характеристиками, в том числе: блеск – 11–20 %, белизна – 78–80 %, твердость по шкале Мооса – 7–8,5, микротвердость – 7500–8900 МПа, степень износостойкости – 3, ТКЛР –  $(56-63) \cdot 10^{-7} \text{K}^{-1}$ . Все составы обладают показателями термической и химической стойкости, удовлетворяющими требованиям нормативной документации. Высокие значения твердости и износостойкости обеспечиваются формированием в глазурных покрытиях таких кристаллических фаз, как циркон, диопсид и анортит, что подтверждается данными рентгенофазового анализа и электронной микроскопии.

#### **WEARPROOF GLAZES FOR DECORATING FLOOR TILES**

**Abstract:** experimental researches on development of wearproof matte glazes for decorating floor tiles are carried out. Glaze coatings contain smaller amount of frit and possess high technical and decorative-aesthetic characteristics. The basic crystal phases providing wear resistance are zircon, diopside and anorthite.

#### **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМОВ ГАЗОПЛАМЕННОГО РАСПЫЛЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ЭКСТРУДАТОВ**

**М.А. Белоцерковский, А.В. Чекулаев**

ГНУ «Объединенный институт машиностроения», г. Минск, Республика Беларусь

Одним из экономичных и наименее энергоемких процессов нанесения полимерных покрытий является метод газопламенного распыления шнуровых экструдатов, изготовленных из термопластов. Установлено, что при плавлении

и распылении шнура одной струей продуктов сгорания пропано-воздушной смеси, способной формировать на границе раздела фаз (газ - расплав) касательные напряжения, превышающие вязкость расплава полимера, процесс имеет достаточно производительность и хороший коэффициент использования материала. Кроме этого, исследование методом инфракрасной спектроскопии образующегося покрытия показали, что полимер сохраняет свою первоначальную структуру. Однако разработка технологических рекомендаций по нанесению каждого конкретного материала осложняется необходимостью проведения продолжительных экспериментов по определению скорости подачи шнура.

В ходе теоретических исследований процесса распыления экструдата высокодинамичной струей продуктов сгорания смеси «горючий газ - окислитель» получено выражение, определяющее оптимальную скорость подачи экструдата в зависимости от его теплофизических свойств, параметров газовой струи (скорость, плотность, температура) и конструкции термораспылителя. Однако использование на практике полученного выражения осложнено отсутствием информации о толщине слоя расплава полимера, формирующегося на поверхности экструдата. Толщина слоя расплава характеризуется волновой поверхностью (длиной волны), которую определяли экспериментально. Использовали термораспылитель с камерой сгорания, позволяющей формировать высокоскоростную струю (более 1000 м/с) струю. Установлено, что режим течения расплава является ламинарным, и найдены длины волн для большинства экструдатов изготовленных из термопластичных полимеров. Экспериментальная проверка выражения для определения скорости подачи экструдата показала, что расхождение расчетных и экспериментальных данных составляет не более 10 %.

#### **THEORETICAL AND EXPERIMENTAL RESEARCH CONDITION GAS – FIERY SPRAYING THE POLYMERIC WIRE MATERIAL**

**Abstract:** In thesis afford data research process of gas – fiery spraying the polymeric wire material. It is determined velocity of presenting the wire material.

#### **СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИХ ИМИДСОДЕРЖАЩИХ КОМПОЗИЦИЙ С ПОНИЖЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ ТВЕРДОФАЗНОЙ ТЕРМОИМИДИЗАЦИИ А.И. Глоба<sup>1</sup>, Т.А. Жарская<sup>1</sup>, Г.И. Лойко<sup>2</sup>, Э.Т. Крутько<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup> УНП «Минский НИИ радиоматериалов», г. Минск, Республика Беларусь

Основными недостатками ароматических полиимидов, получаемых двухстадийным методом, как материалов, широко используемых в самых различных отраслях, является большое энергопотребление при проведении реакции твердофазной имидизации форполимера и высокая вероятность деградации свойств материалов, особенно полупроводников, при создании на них полиимидных слоев различного функционального назначения.

Цель настоящего исследования – изучение возможности получения пленкообразующих композиций, имеющих пониженную температуру твердофазной термической имидизации, модификацией ароматических полиамидокислот (ПАК). В качестве модификаторов форполимера – 4,4'-дифенилоксидпиромеллитамидокислоты – в данной работе использовано несколько соединений: коричная и ацетилендикарбоновая кислоты и 4,4'-бис(диметиламино)бензофенон.

Для изучения процесса имидизации синтезированных полиимидных композиций использована ИК-спектроскопия. Спектры поглощения тонких пленок (2,5–2,8 мкм) снимали на Фурье-ИК-спектрометре Nicolet 7101. Кинетику процесса изучали по изменению интенсивности полос поглощения с максимумами 1780, 1380, 720 см<sup>-1</sup>, соответствующих колебаниям пятичленных имидных циклов. Степень имидизации ( $i$ ) определяли как отношение пропускания (%) пленки на полосе 1380 или 1780 см<sup>-1</sup>, подвергнутой термообработке при определенной температуре в течение заданного времени к пропусканию полностью имидизированного образца, прогретого 15 мин при 300°C.

Как показали результаты экспериментальных исследований, существенный каталитический эффект, обеспечивающий достижение предельной степени имидизации ПАК за меньшее время, проявляет 4,4'-бис(диметиламино)бензофенон. Например, в композиции ПАК – 4,4'-бис(диметиламино)бензофенон предельная степень имидизации при 200 °C достигается после прогрева в атмосфере осушенного азота в течение 150 мин, в то время как для немодифицированных образцов пленок ПАК той же толщины эта характеристика полноты завершения процесса превращения ПАК

в полиимид составляет 240 мин, что, вероятно, обусловлено наличием в структуре 4,4'-бис(диметиламино)бензофенона третичного азота, ускоряющего процесс циклодегидратации форполимера.

#### **SYNTHESIS AND RESEARCH OF FILM-FORMING IMIDECONTAINING COMPOSITION WITH LOWER TEMPERATURE OF SOLID PHASE THERMOIMIDIZATION**

**Abstract:** In this article the results of hardphase high-temperature imidization process of modified polyimide films are presented. As modifiers of prepolymer – 4,4'-diphenyloxidepyromellitic acid – used cinnamic acid, acetylen dicarboxylic acid 4,4'-bis(dimethylamino)benzophenone. Essential catalytic action, which provides achievement limit degree of imidization of PAA 4,4'-bis(dimethylamino)benzophenone shows with less time, as the results of experimental investigation have showed.

#### **КОНЦЕПЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СРЕДСТВ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ А.В. Давыдик, И.М. Русак, В.П. Луговский**

БГУИР, г. Минск, Республика Беларусь

Существенное снижение потребления энергоресурсов в РБ может быть получено в сфере электроэнергетики. Здесь, с одной стороны, нужно осуществлять учет количества потребляемой электроэнергии, как у ее потребителей, так и у поставщиков, а с другой стороны, что особенно важно для потребителей, должен проводиться контроль ряда основных показателей качества электроэнергии (ПКЭ) в соответствии с ГОСТ 13109-97. К сожалению действующая в настоящее время в РБ система непрерывного мониторинга параметров электроэнергии в основном имеет отношение лишь к двум измеряемым ПКЭ: отклонению напряжения и отклонению частоты от номинала. Она не может рассматриваться в качестве достаточной системы контроля качества электроэнергии. Тем более что эти измерения выполняются не в соответствии с требованиями к погрешностям измерений и интервалам усреднения. Не предусматривается и статистическая обработка ПКЭ за определенный период времени, что не позволяет сопоставить результаты измерений с требованиями к ПКЭ по правилам, установленным в стандарте.

Требования потребителей к качеству электроэнергии также практически не учитываются при расчете допустимых режимов работы энергосистем по напряжению. В электрической сети в точках общего подключения, а также на ряде подстанций даже отсутствуют средства стационарного контроля качества

электроэнергии.

Очевидно, что при добавлении автономных средств мониторинга в этих узлах возможно определение параметров отклонения и диагностирования причин их возникновения. Передача информации от автономных средств на диспетчерский пункт позволит осуществить интегральную оценку всех полученных данных и на ее основе сделать вывод о состоянии электросетей. Авторами предлагается концепция и подход к построению и функциональной организации средств удаленного мониторинга параметров электросетей и системы в целом, позволяющие как реализовать удаленный мониторинг ПКЭ, обеспечивающий параллельный и дублирующий контроль и интегральную оценку состояния электросетей и энергетического оборудования, так и дающие возможность диагностики нарушений и предотвращения отказов в электросетях. Также рассматриваются требования к техническим средствам таких систем и обсуждаются варианты их практической реализации.

#### **THE CONCEPT OF THE FUNCTIONAL ORGANIZATION OF MEANS OF THE REMOVED MONITORING OF PARAMETERS OF ELECTRIC SYSTEMS**

**Abstract:** Essential decrease of power resources consumption in Belarus can be received in sphere of electric power industry. Here, on the one hand, it is necessary to carry out the account of quantity of the consumed electric power, both at its consumers, and at suppliers, and on the other hand, that is especially important for consumers, the control over the basic parameters of quality of the electric power should be carried out.

#### **РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ КАРДАННЫХ ВАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ Кравченко В.И., Костюкович Г.А., Кипнис М.Е.**

ОАО «Белкард», г.Гродно, Республика Беларусь

Задачи повышения качества автомобильной техники неразрывно связаны с проблемами повышения технического уровня карданных передач, поскольку они оказывают существенное влияние на потребительские свойства машин.

ОАО «Белкард» уделяет особое внимание разработке и внедрению передовых решений по повышению надежности выпускаемой продукции, применяя при этом принципы типизации с конструкцией серии «Белкард – 2000». Основной целью, преследуемой при этом, дополнительно является

снижение материало- и энергозатрат в производстве.

В настоящее время в рамках ГНТП «Технология и оборудование машиностроения» с целью повышения прочностных характеристик ресурсопределяющих элементов на ОАО «Белкард» разрабатывается энергосберегающая технология изготовления и термической обработки крестовин для карданных валов малых типоразмеров. Разработка направлена на увеличение долговечности деталей универсального шарнира, которые испытывают комплексное воздействие многочисленных эксплуатационных факторов, приводящих к нарушению работоспособности сопряжения в результате питтинга, бринеллирования, «ложного» бринеллирования, абразивного изнашивания, заедания и поломки шипов крестовины.

Для решения поставленной задачи применяется комплексный подход, учитывающий различные аспекты проблемы. В частности внедряется способ поверхностной закалки при глубинном нагреве для крестовин карданных валов малых типоразмеров. Специфическая особенность метода поверхностей закалки при глубинном нагреве заключается в том, что, наряду с уменьшением прокаливаемости применяемой стали, создаются условия для сквозной объемной термической обработки рабочего сечения детали, что существенно повышает их конструктивную прочность. Применение поверхностной закалки при глубинном нагреве взамен других видов термической и химико-термической обработки позволяет заменять легированные стали углеродистыми или низколегированными без снижения показателей прочности и износостойкости.

Работы ОАО «Белкард» по снижению материало- и энергозатрат при изготовлении карданных валов ведутся в тесном сотрудничестве с различными научными организациями: ФТИ НАН Беларуси, ИТМ НАН Беларуси ОИПИ НАН Беларуси.

Все разработки последних лет на ОАО «Белкард» ведутся при максимальном использовании компьютерных технологий как в 2D, так и в 3D формате. Это позволяет максимально уменьшить затраты на подготовку производства, сократить сроки внедрения перспективных конструкций, снизить их материалоемкость при оптимальном выборе прочностных характеристик и показателей надежности.

#### **DEVELOPMENT OF PERSPECTIVE DESIGNS UNIVERSAL-JOINT SHAFT WITH USE OF HIGHLY EFFECTIVE TECHNOLOGICAL DECISIONS.**

**Abstract:** Now on “Belkard” the manufacturing energy-saving techniques and thermal processing cross-piece for universal-joint shaft of small standard sizes are developed .

Development is directed on increase in durability of details of the universal hinge which test complex influence of the numerous operational factors interfering serviceability of interface in result of pitting , brinelling, «false» , abrasive wear process, jamming and breakage of thorns cross-piece .

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ДЕТАЛЯХ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА МОДЕРНИЗИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЭКСТРУЗИОННЫХ МАШИН Граховская Е.В.**

ГНУ «Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения Национальной академии наук Беларуси», г. Гродно, Республика Беларусь

Традиционные конструкции экструдеров наряду с достоинствами имеют ряд недостатков, главными из которых являются: сравнительно низкая долговечность наиболее сложных и дорогих деталей (червяка и цилиндра), вследствие их изнашивания при взаимном контактировании; недостаточная прочность червяка; технологические сложности в изготовлении основных деталей рабочих органов. Отмеченные недостатки во многом преодолеваются в модернизированных конструкциях экструдеров.

Особенности контактного взаимодействия червяка и цилиндра изучены только в частных случаях для традиционных конструкций и не до конца для модернизированных конструкций экструдеров.

Комплекс выполненных исследований, расчетов и разработок направлен на достижение двух главных целей: повышение прочности червяков экструдеров за счет усиления сердечника червяка в зоне загрузки; повышение долговечности червяков и цилиндров за счет снижения их изнашивания вследствие взаимного контактирования путем установки дополнительной Предложенная конструкция обладает повышенной прочностью и жесткостью в сравнении с традиционной. В этом случае более предпочтительными представляются модернизированные конструкции экструдеров, у которых сердечник червяка имеет постоянное по длине сечение.

Для новых конструкций разработана методика анализа контактного взаимодействия исполнительных деталей экструдера.

Выполнены исследования параметров контактного взаимодействия для работы экструдера при отсутствии материала в зоне загрузки и при наличии материала в цилиндре.

## RESEARCH OF FEATURES OF CONTACT INTERACTION IN DETAILS OF THE EXECUTIVE MECHANISM OF MODERNIZED DESIGNS EXTRUSION MACHINES

**Abstract:** Influence of an additional support and backlashes in interfaces of working bodies on feature of contact interaction of a screw with the cylinder is investigated at absence of material in zone of loading and at presence of a material in the cylinder. On the basis of the executed calculations purpose of constructional backlashes of the connected extruder details is proved.

### ПРОИЗВОДСТВО ВСТАВОК ШТАМПОВ В МЕТАЛЛОБОЛОЧКОВЫХ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМАХ Л.Р.Дудецкая<sup>1</sup>, Ю.Г.Орлов<sup>2</sup>, Н.А.Дешук<sup>3</sup>, А.В.Галкина<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ГНУ «ФТИ НАН Беларуси», г.Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>УО «БГАТУ», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>3</sup>ОАО «Белкард», г.Гродно, Республика Беларусь

Для изготовления литых вставок штампов, широко используемых на ОАО «Белкард», применяют дорогостоящие термореактивные формовочные смеси, загрязняющие атмосферу фенолом и формальдегидом.

С целью экономии формовочных материалов и улучшения экологии на ОАО «Белкард» внедряется разработанная специалистами ФТИ НАН Б, БГАТУ и Отдела главного металлурга завода технология получения крупных отливок вставок штампов в металлооболочковых литейных формах. Металлооболочковая форма - это разовая литейная форма, которая по признаку относительно небольшой толщины облицовочного слоя смеси и металлической части относится к классу тонкостенных литейных форм. Этим она отличается от облицованного кокиля. Для изготовления указанных форм используют материалы и оборудование, применяемое на заводе для изготовления массивных блочных форм. Ускоренное охлаждение металла в форме за счет использования металлического поддона позволяет уменьшить массу прибыли. При изготовлении наиболее массивных отливок вставок штампов получены результаты, приведенные в таблице 1

Таблица 1 Расход материалов на изготовления формы для отливки вставки №6

	в блочной форме	в металлооболочковой форме
1.Масса отливки, кг.	285	285
2.Масса прибыли, кг.	140	115
3. Масса металла в форме, кг.	425	400
4.Расход формовочной смеси, кг.		
- для нижней полуформы	181	135
- для верхней полуформы	196	140
- стержня- перемычки	6,5	10,5
Расход смеси, кг. всего	383,5	285,5

Конструкция металлооболочковой литейной формы защищена патентом РБ № 3454. и обеспечивает реализацию ресурсосберегающей технологии на литейном участке ОАО «Белкард».

### MANUFACTURE OF INSERTS OF STAMPS IN THIN-WALLED SINGLE FORMS WITH A METAL ENVIRONMENT

**Abstract:** The basic advantages of manufacturing techniques of large inserts of stamps in thin-walled single forms with a metal environment are described. Foundry forms of a new design allow to save expensive forming materials and provide reduction of harmful emissions in an atmosphere.

### ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ АНОРТИТА

Е.М. Дятлова, В.А. Бирюк, Е.С. Какошко, О.В. Харлак

УО «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Особые условия службы и повышенные требования, предъявляемые к изоляционным материалам рядом отраслей промышленности (энергетическая, электротехническая, атом-ная и др.), требуют наряду с использованием традиционных электротехнических материалов создания новых материалов с высокими электрофизическими и термомеханическими свойствами, обеспечивающими надежность и долговечность электрических машин и аппаратов.

Целью настоящей работы является синтез керамических материалов для производства электроизоляционных изделий на основе системы  $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  с частичным использованием отечественного сырья.

В системе  $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  исследовались составы, лежащие в поле кристаллизации анортита. Фазовый состав синтезированных образцов представлен анортитом ( $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$ ), волластонитом ( $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ) и небольшим количеством высоко-температурного кварца ( $\alpha\text{-SiO}_2$ ). В составах этой системы проведена частичная замена  $\text{CaO}$  на  $\text{BaO}$ .

Установлено, что наиболее эффективное влияние на снижение электропроводимости, т.е. на усиление электроизоляционных характеристик керамики, оказывает добавка 5%  $\text{BaO}$ . Ионы бария, обладая большим ионным радиусом, чем ионы кальция, оказывают нейтрализационный эффект, следствием чего можно считать повышение электросопротивления анортитовой керамики от  $7,6\cdot 10^{10}$  до  $2,44\cdot 10^{11}$  Ом·см при температуре измерения  $400^\circ\text{C}$ . Значения температурного коэффициента линейного расширения при этом колеблются от  $3,98\cdot 10^{-6}\text{K}^{-1}$  до  $8,67\cdot 10^{-6}\text{K}^{-1}$ . Его минимальное значение достигается при замене  $\text{CaO}$  на 5%  $\text{BaO}$ , причем для всех температур обжига.

Разработанная керамика оптимального состава, синтезированная при температуре  $1200^\circ\text{C}$ , обладает комплексом высоких свойств и электроизоляционных характеристик: плотность кажущаяся  $2190\text{ кг/м}^3$ , пористость открытая  $\sim 0\%$ , предел прочности при сжатии  $51,78\text{ МПа}$ , удельное электрическое сопротивление  $7,6\cdot 10^{10}$  Ом·см при температуре измерения  $400^\circ\text{C}$ , температурный коэффициент линейного расширения  $6,34\cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$  в интервале температур  $50-400^\circ\text{C}$ .

#### **RECEPTION INSULATING CERAMICS ON THE BASIS OF ANORTHITE**

**Abstract:** Ceramic materials for manufacture insulating products on the basis of system  $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  with partial use of domestic raw material are synthesized and investigated.

#### **ПОЛУЧЕНИЕ ТЕРМОСТОЙКИХ КЛАДОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА БЫТОВЫХ ПЕЧЕЙ**

**Е.М. Дятлова, С.В. Плышевский, Е.С. Какошко, А. В. Шидловский, Е.П. Качуровская**

УО «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Исследования причин гибели и травматизма людей на пожарах, проведенные в НИИ пожарной безопасности и чрезвычайных ситуаций Республики Беларусь показали, что большинство пожаров происходит из-за некачественных кладочных материалов, применяемых в строительстве бытовых печей. Термические свойства не регламентируются стандартом СТБ 116699, хотя этот показатель является важным.

Целью настоящей работы является синтез и исследование кладочных композиций с повышенными термомеханическими характеристиками для строительства бытовых печей.

Для получения термостойкого кирпича исследованы различные комбинации, как отощающих добавок, так и глины. В качестве пластичных материалов использовали тугоплавкую глину месторождения «Городное», а также ее композицию с легкоплавкой глиной месторождения «Лукомль»; в качестве отощающих добавок – дегидратированную глину «Городное», шамот алюмосиликатный, гранитные отсевы и их комплекс.

Опытные образцы были изготовлены по традиционной пластической технологии. Отощитель имел непрерывный зерновой состав, максимальный размер зерна не превышал 3 мм. Сушка образцов проводилась в сушильном шкафу при температуре  $100^\circ\text{C}$ , обжиг – в электрической печи при  $1100-1200^\circ\text{C}$  с выдержкой 1 ч.

Установлено, что минимальное значение ТКЛР ( $5,8\cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$ ) и максимальное значение коэффициента теплопроводности ( $0,889\text{ Вт/м}\cdot\text{K}$ ) достигаются с использованием комплекса глины месторождений «Городное» и «Лукомль» и шамота алюмосиликатного. Образцы оптимального состава, обожженные при температуре  $1100^\circ\text{C}$ , достигают значения водопоглощения 12,7 %, открытой пористости – 24,8 %, кажущейся плотности –  $1956\text{ кг/м}^3$ , механической прочности при сжатии – 39 МПа. Термостойкость образцов – более 20 теплосмен (нагрев до  $800^\circ\text{C}$  – охлаждение в воде), в то время как обычный керамический кирпич выдерживает без повреждений не более 2-3 таких теплосмен.

Предварительные исследования показали, что основу мертеля (кладочный раствор для кирпича) должен составлять наполнитель со

связующим одинаковой природы и по составу близок к печному кирпичу. Требуемые свойства мертеля достигаются за счет использования полифункциональных органических и неорганических добавок.

#### **RECEPTION HEAT-RESISTANT MASONRY MATERIALS FOR CONSTRUCTION OF HOUSEHOLD FURNACES**

**Abstract:** Ceramic materials on the basis of clay raw material of Byelorussia and waste industry (granite eliminations, a breakage chamotte refractory material) which are recommended to be used for construction of household furnaces are synthesized and investigated. The real opportunity of reception of ceramic materials with higher thermomechanical characteristics in comparison with a usual ceramic brick is shown.

#### **КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНЫХ ПОРОШКОВЫХ КРАСОК В.В. Комарь, Т.А. Походина, Е.В. Зарецкая**

ИОНХ НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

Одним из эффективных средств защиты металлов от коррозии является применение покрытий на основе порошковых лакокрасочных материалов (ЛКМ). Однако потребности различных отраслей РБ в подобных материалах осуществляются в основном за счет импорта. Между тем, ужесточение законодательства по защите окружающей среды, возросшие требования к повышению качества, а также увеличению ресурса работы полимерных покрытий, предназначенных для защиты от коррозии, а также ограниченные энергетические ресурсы республики Беларусь обуславливают актуальность разработки и освоения производства порошковых красок в РБ.

В работе рассмотрены результаты исследования условий формирования, структуры и защитных свойств порошковых эпоксидных ЛКМ, содержащих антикоррозионные пигменты (АКП). Показано, что введение АКП в состав порошковых композиций позволяет значительно улучшить защитные свойства покрытий (в сравнении с базовыми составами) к действию 5% растворов NaCl и NaOH, 10% HCl, 3 и 30% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, бензина, уайт-спирита, масла машинного. Установлено, что за время испытаний (не менее года) в указанных средах сохраняется целостность покрытий, отсутствуют следы трещин, пузырей, после снятия покрытий на металле (сталь3) не наблюдается следов подпленочной коррозии. Защитные свойства покрытий обусловлены низкими коэффициентами проницаемости указанных агрессивных агентов в материал покрытий (в зависимости от среды испытаний величина

коэффициентов проницаемости при действии агрессивных сред при комнатной температуре составляет  $10^{-12}$ - $10^{-15}$  г.см/см<sup>2</sup>.с), а также ингибирующим действием используемых АКП, приводящим к торможению коррозионного процесса на границе металл-покрытие. Показано, что покрытия имеют высокую стойкость к действию переменных температур (не менее 120 циклов) и соляного тумана (не менее 3000-часов): при испытании покрытий в этих условиях также не наблюдается подпленочной коррозии металла, изменения блеска покрытий и адгезионных свойств. Установлено, что характер сформированной структуры полимера, адгезионная прочность покрытия, тип и концентрация АКП оказывают существенное влияние на защитные свойства покрытий к действию агрессивных агентов. Полученные результаты могут быть использованы для экологически чистой, безотходной технологии производства антикоррозионных покрытий, обеспечивающей снижение энергозатрат за счет уменьшения температуры отверждения.

#### **CORROSION-RESISTANT COATINGS ON THE BASIS OF EPOXY POWDER PAINTS**

**Abstract:** The results of study of conditions of forming, structure and protective properties of powder epoxy paints with anticorrosive pigments are reviewed.

#### **НАНЕСЕНИЕ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ НА КОРПУСНЫЕ ДЕТАЛИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИИ РАБОЧЕГО МЕСТА И КОНФЕДЕНЦИАЛЬНОСТИ ИНФОРМАЦИИ**

**В.Н. Коржик, А.И. Демьянов, А.В. Чернец, Г.С. Маринский, И.А. Демьянов**

Институт электросварки им. Е.О.Патона Национальной академии наук Украины, г. Киев, Украина

Персональные компьютеры (ПК), а также другие средства оргтехники, содержащие перерабатывающие, передающие, принимающие технические устройства, характеризуются электромагнитными излучениями и наводками, создаваемыми работающими составными частями ПК. Это позволяет средствами современной высокочувствительной аппаратурой перехватывать и расшифровывать информацию (речевую, цифровую, телевизионную, пр.), которую перерабатывают ПК, каналы связи и другие технические средства с расстояния от нескольких до сотен метров.

Ещё одним существенным недостатком большинства используемых

средств переработки информации является возможность с помощью внешнего направленного мощного электромагнитного излучения (импульса) исказить, уничтожить информацию или даже вывести из строя средства оргтехники. В связи с этим возникает необходимость применять различные меры по защите средств оргтехники от несанкционированного съёма информации или возможного внешнего воздействия. Существующие средства оргтехники, в том числе зарубежные, не отвечают требованиям защиты информации. Причём, в случае использования заграничных технических средств вопрос усложняется ещё и тем, что они могут иметь вмонтированные устройства: радиомикрофоны, другие элементы, позволяющие снимать информацию.

Кроме этого, электромагнитные излучения, создаваемые работающими средствами оргтехники, оказывают неблагоприятное воздействие на обслуживающий персонал.

В ИЭС им. Е.О. Патона разработана технология газотермического напыления покрытий, экранирующих высокочастотные и низкочастотные излучения работающих узлов и блоков ПК. Такое решение позволяет осуществить защиту как вновь разрабатываемых, так и уже работающих ПК, независимо от их геометрии, размеров, внутренней конфигурации. При этом автоматически решается вопрос защиты пользователя от воздействия электромагнитного излучения собственного ПК.

Технология получения покрытий предусматривает струйно-абразивную подготовку поверхности, нанесение подслоя и последующее нанесение основного функционального двухслойного покрытия толщиной 100...200 мкм из материалов на основе меди и железа, нанесение пропитывающего слоя.

Испытания эффективности экранирования этих элементов были проведены по стандартной методике "Методика контроля эффективности защиты средств ЭВТ" в режимах тестирования соответствующих составных частей ПК с использованием селективного нановольтметра мод. 233, селективного микровольтметра мод. SMV-11, селективного микровольтметра мод. SMV 8,5, электрической антенны-шара АЭ-1, магнитной антенны АМ-2, активной антенны АИЗ-3. При этом определялась напряжённость электрического и магнитного полей излучаемых составными частями ПК: дисплеем, накопителем ЖМД, системным блоком НГМД, клавиатурой 104 кл., сигналов в диапазоне частот от 0 до 1000 МГц.

Эксплуатационные испытания персонального компьютера в защищённом варианте показали, что получены параметры по технике защиты информации, которые делают невозможным перехватывание информации общеизвестными средствами, а уровень электромагнитных излучений при этом снижено на порядок и больше.

При этом достижение такого эффекта получено без изменения внешнего

вида ПК, оперативный доступ к ПК и его составным частям не ухудшился; оперативное управление функциями ПК не усложнилось.

#### **DRAWING OF GAS-THERMAL COVERINGS ON CASE DETAILS OF COMPUTER TECHNICAL EQUIPMENT FOR MAINTENANCE OF ECOLOGY OF THE WORKPLACE AND CONFIDENTIALITY INFORMATION**

**Abstract:** Operational tests of a personal computer in the protected variant have shown, that parameters on technical equipment of protection of the information which make impossible interception of the information by well-known means are received, and a level of electromagnetic radiations thus is reduced on the order and more.

#### **КОМПЛЕКСНЫЕ РАБОТЫ ПО РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ В.И. Маруха, Я.А. Середицкий**

Государственное предприятие Инженерный Центр «Техно-Ресурс» НАН Украины,  
г. Львов, Украина

Учитывая возрастающее значение энерго- и материалосберегающих и экологически чистых технологий в промышленном производстве Украины, ГПИЦ «Техно-Ресурс» уделяет большое внимание разработке и освоению на практике новых высокоэффективных материалов, технологических процессов и оборудования, обеспечивающих решение указанных задач.

В перечень научно-исследовательских, технологических, производственных, монтажных и ремонтно-восстановительных работ, выполняемых в Украине и за её пределами квалифицированными специалистами ГПИЦ «Техно-Ресурс» НАН Украины входят:

- противокоррозионная защита магистральных газонефтепроводов, резервуаров для нефти и нефтепродуктов ёмкостью 5 000...20 000 м<sup>3</sup>, теплоэнергетических и коммунальных теплопроводов, магистральных водопроводов, ёмкостей для горячей и холодной воды, мостовых и строительных металлоконструкций;
- производство и монтаж теплогидроизолированных труб с пенополиуретановой теплоизоляцией и полиэтиленовой или оцинкованной жестяной оболочкой;
- напыление пенополиуретановых теплоизоляционных слоев на крыши и стены промышленных зданий и сооружений;
- нанесение на крыши промышленных и жилищных домов современных

гидроизоляционных материалов;

- гидроизоляция и ремонт зданий и сооружений современными цементно-полимерными композициями;

- инъекционное восстановление прочности и работоспособности бетонных, железобетонных и кирпичных конструкций и сооружений жидкими полиуретановыми композициями;

- реновация недоступных участков повреждённых железобетонных канализационных коллекторов и стальных трубопроводов.

ГПИЦ «Техно-Ресурс» НАН Украины готов оказать методическую и техническую помощь и провести ремонтно-восстановительные работы на объектах Заказчиков.

### COMPLEX WORKS ON RESOURCE-AND ENERGY SAVING

**Abstract:** Value nergy-a nd resource- saving technologies in the industry of Ukraine is shown. The list of complex works on anticorrosive protection, thermal protection, a waterproofing, repair and restoration of serviceability of building designs, buildings and constructions is resulted.

### ОСОБЕННОСТИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЦИНКОВЫХ АНТИФРИКЦИОННЫХ СПЛАВОВ ПРИ ЗАМЕНЕ БРОНЗ В ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ПОДШИПНИКАХ СКОЛЬЖЕНИЯ

**Ф.И. Рудницкий, М.И. Курбатов**

БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь

В современном машиностроении к антифрикционным материалам с каждым годом предъявляются все более высокие требования, обусловленные сильной динамикой развития всего машиностроительного, металлообрабатывающего, горнодобывающего и сельскохозяйственного комплекса. Из этого следует, что при разработке новейших антифрикционных материалов необходимо учесть все сложности условий эксплуатации подшипников скольжения, к которым относятся большие циклические знакопеременные нагрузки, тепловое и изнашивающее воздействие в паре трения с наличием элементов абразивного характера. Для работы в таких условиях разрабатываемый материал должен обладать максимальной износостойкостью, хорошей прирабатываемостью, достаточной механической прочностью и пластичностью, коррозионной стойкостью и отсутствием схватывания в паре трения.

К достоинствам антифрикционных сплавов на основе цинка следует

отнести высокую технологичность при литье и обработке, хорошую прирабатываемость и невысокую (с учетом плотности примерно в 3 раза) себестоимость изготовления изделий, при механических свойствах, близких к свойствам бронз. Важным фактором является возможность использования в технологическом процессе приготовления сплавов вторичных материалов: лома, стружки цинковых сплавов, получаемой при механической обработке отливок, и других низкокачественных отходов (шлак, всплески облой и др.).

Для успешного решения задачи замены дорогостоящих бронз в работе осуществлена разработка оптимальных составов сплавов на основе цинка с повышенным (до 30 %) содержанием алюминия, оптимизированы технологические параметры процесса плавки с введением модифицирующих элементов и специального комплекса добавок, обеспечивающих механизм самосмазывания в процессе эксплуатации. Антифрикционные наполнители, входящие в состав сплава представляют собой твердые кристаллические материалы со сложными решетками, легкоплавкие и пластические металлы, графит, дисульфиды молибдена, вольфрама и ниобия. При их участии в процессе эксплуатации на поверхность выходят отдельные объемы - микровключения смазочного материала, которые натирают смазочную пленку, что обеспечивает существенное увеличение (в 1,5-3 раза) срока службы вкладышей подшипников.

Полученные сведения использованы при создании технологии изготовления тяжело нагруженных вкладышей подшипников скольжения торфобрикетных прессов опробованной в производственных условиях с положительным результатом.

### FEATURES OF PREPARATION OF ZINC ANTIFRICTIONAL ALLOYS AT BRONZES REPLACEMENT IN HEAVY DUTY BEARINGS OF SLIDING

**Abstract:** The received data are used at creation of manufacturing techniques heavy duty loose leaves of bearings of sliding peat press tested under production conditions with positive result.

**МАЛОГАБАРИТНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА  
ПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ МЕДИ**

**Р.А. Кусин<sup>1</sup>, В.М. Капцевич<sup>2</sup>, Д.И. Жегздринь<sup>1</sup>, А.Р. Кусин<sup>1</sup>, Д.Б.  
Рыкунов<sup>1</sup>, И.Н. Черняк<sup>1</sup>, О.В. Хренов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Государственное научное учреждение «Институт порошковой металлургии», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup> Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

<sup>3</sup> Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Основным сырьем в порошковой металлургии при газоплазменном напылении и производстве пористых изделий являются металлические порошки. Наиболее экономичным и высокопроизводительным методом получения сферических порошков является диспергирование расплава металла потоком газа. В настоящее время производство металлических порошков методом распыления сосредоточено на Молодеченском заводе порошковой металлургии (МолЗПМ), где изготавливают порошки для получения фильтрующих изделий на установках промышленного типа, оснащенных плавильными печами емкостью 50 и 100 кг металла. Однако очевидно, что проведение работ на участке распыления МолЗПМ по отработке режимов получения металлических порошков для напыления или проницаемых изделий с особыми свойствами и выпуску небольших опытных партий порошка, экономически нецелесообразно, поскольку связано с большим расходом электроэнергии. То есть, в Республике Беларусь до настоящего времени отсутствовала экспериментальная база для разработки технологии изготовления и выпуска небольших партий металлических порошков распылением расплава воздухом.

Для решения этого вопроса в рамках задания 1.83 ГНТП «Ресурсосбережение» была разработана и изготовлена малогабаритная установка для получения распыленных сферических порошков на основе отходов меди с рабочей загрузкой 2-5 кг.

Установка позволяет получать распыленные сферические порошки на основе отходов меди и бронзы. Изготовленные опытным путем порошки оловянно-фосфористой бронзы имеют текучесть 3-5 с, насыпную плотность 5,24-5,48 г/см<sup>3</sup>. При этом выход годного порошка составляет не менее 97 %.

**SMALL-SIZED INSTALLATION FOR MANUFACTURE OF POWDERS  
ON THE BASIS OF COPPER**

**Abstract:** Installation allows to receive the sprayed spherical powders on the basis of waste products of copper and bronze. Thus the output of a suitable powder makes not less than 97 %.

**О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ  
НЕКОТОРЫХ РЕГИОНОВ БЕЛАРУСИ: МИГРАЦИЯ <sup>137</sup>CS И <sup>90</sup>SR В  
ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ  
А.Ф. Мирончик**

Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Республика Беларусь

За послеаварийный период (1986-2007 гг.) наиболее распространенные на территории Беларуси радионуклиды <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr перераспределились по всем компонентам лесных экосистем, сформировав тем самым собственные потоки в биогеохимических циклах лесных фитоценозов. Важнейшими направлениями, формирующими своеобразный «биологический круговорот» данных радионуклидов в лесных фитоценозах, являются миграция <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в подстильно-почвенный комплекс с опадом (нисходящий надпочвенный поток), вертикальная миграция в подстилке и почве (нисходящий внутрипочвенный поток), депонирование радионуклидов в подземной биомассе растительности, перемещение радионуклидов с поверхностным и внутрипочвенным стоком, а также встречная миграция <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr из почвы в растения (восходящий внутрипочвенный поток). В лесных ландшафтах отдельные потоки радионуклидов различаются достаточно существенно. Например, нисходящий поток <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr с опадом в подстилку и восходящий поток радионуклидов (их корневое потребление растениями) хорошо выражены во всех лесных фитоценозах.

Многолетними наблюдениями в зоне отселения населения в Могилевской области после аварии на ЧАЭС в различных типах соснового леса, произрастающего от вершин холмов до частично заболоченных котловин у их подножья, подтверждено формирование у подошвы холмов биогеохимических барьеров <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr. Перераспределение данных радионуклидов по компонентам лесных экосистем (величины потоков радионуклидов) при плотности загрязнения территории 1300-3250 кБк/м<sup>2</sup> для <sup>137</sup>Cs и 92-215 кБк/м<sup>2</sup> для <sup>90</sup>Sr определено балансовым методом. Определено,

что интенсивность одновременно протекающих процессов перераспределения радионуклидов (их потоков) даже в одном и том же типе леса изменялась по годам. Например, с 1997 г. по 2006 г. происходило снижение нисходящего надпочвенного потока  $^{137}\text{Cs}$  во всех типах леса (с 0,08-0,73 % до 0,03-0,35 %) при одновременном увеличении содержания  $^{137}\text{Cs}$  в биомассе древесного яруса от общего запаса его в экосистеме (в сосняке лишайниковом - до 2,1 %, осоковом - до 8,3 %) и его снижении (в сосняке мшистом до 6,4 %, черничном - до 5,9 %). При этом наблюдался рост содержания  $^{137}\text{Cs}$  в подстилке лишайникового и осокового типов леса и его уменьшение в подстилке мшистого и черничного типов леса. Для накопления радионуклидов в подстильно-почвенном комплексе характерна высокая интенсивность перераспределения, сопровождающаяся увеличением запаса радионуклидов у подошвы холмов (особенно в сосняке черничном). Отмечены существенные различия в вертикальной миграции  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в почве по типам леса. Например, на глубину более 20 см их проникло в сосняке лишайниковом, соответственно, 1 % и 15 %, мшистом и черничном - более 8 % и 4,5 %, осоковом – более 8 % и 0,2 %, соответственно.

Следовательно, формирование биогеохимических барьеров  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  является итогом взаимного влияния одновременно протекающих процессов перераспределения радионуклидов (их потоков), которые существенно различаются по типу соснового леса.

#### **ABOUT THE OPPORTUNITY OF USE OF WOOD OF SOME REGIONS OF BYELORUSSIA: MIGRATION $^{137}\text{CS}$ AND $^{90}\text{SR}$ IN WOOD ECO-SYSTEMS**

**Abstract:** Formation of biogeochemical barriers  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  is a result of mutual influence of simultaneously proceeding processes of redistribution radioactive nuclides (their streams) which essentially differ as a pine wood.

#### **АНАЛИЗ КРИОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СТРУКТУРУ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДА** **И.Г. Новик, А.Э. Сечко**

ГНУ «Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения Национальной академии наук Беларуси», г. Гродно, Республика Беларусь

Научный и практический интерес представляет возможность изменять комплекс физико-механических свойств полимеров и композитов на их основе

посредством направленного кратковременного низкотемпературного воздействия и его сочетания с тепловой обработкой.

Для проведения испытаний использовались материалы производства ОАО «Гродно Химволокно»: Гродноамид ПА-6, Гродноамид ПА6-ЛТ-СВ30П (литьевой ПКМ наполненный отрезками стеклянных нитей (30%) производства ОАО «Стекловолокно» г. Новополоцк) и экспериментальные нанонаполненные материалы на основе ПА-6.

При испытаниях литевых образцов материала Гродноамид ПА-6 без наполнения наблюдали снижение прочности при разрушении на 10 %, относительного удлинения на 13 % после обработки по типу 1; обработка по типу 2 не приводила к снижению прочности материала, при этом относительное удлинение при разрушении составляло 105% от исходного. Циклический нагрев с охлаждением до температуры жидкого азота приводил к повышению механических характеристик: прочность при разрушении возрастала на 5%, относительное удлинение на 15%.

При испытаниях литевых образцов материала Гродноамид ПА6-ЛТ-СВ30П наблюдали повышение прочности при разрушении на 10 %, относительного удлинения на 27 % после обработки по типу 1; обработка по типу 2 не приводила к снижению прочности материала, при этом относительное удлинение при разрушении составляло 145% от исходного. Циклический нагрев с охлаждением до температуры жидкого азота приводил к увеличению механических характеристик: прочности при разрушении на 5%, относительного удлинения на 40 %.

Сравнивались результаты рентгеноструктурного анализа образцов нанонаполненного композиционного материала до и после термоциклического нагружения.

Изучались микрофотографии поверхностей изломов исходного и подвергнутого термоциклированию образцов материалов с различной степенью наполнения. По характеру поверхностей сколов материалов до и после термоциклического нагружения и изменения его механических характеристик оценено изменение вязкости (хрупкости) разрушения.

Полученные данные позволяют сделать выводы о перекристаллизации в полиаидах и изменении адгезионного взаимодействия между матрицей и наполнителем.

#### **THE ANALYSIS OF CRYOGENIC INFLUENCE ON STRUCTURE AND PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES OF POLYAMIDE BASED MATERIALS**

**Abstract:** In the present work with X-ray method and scanning electronic micros-

copy structural changes in block samples of PA-6 based materials and the changes of mechanical characteristics connected to them are analyzed.

## **ПОРОШКОВЫЕ КРАСКИ ДЛЯ ОКРАШИВАНИЯ СТЕКЛОИЗДЕЛИЙ ПРИ ФОРМОВАНИИ** **Л.Ф. Папко, И.А. Левицкий**

УО «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск,  
Республика Беларусь

Разработка порошковых красок для окрашивания гутных стеклоизделий из сортового стекла в процессе формования позволит заменить импортные краски и расширить область их применения. Метод состоит в нанесении порошков легкоплавких интенсивно окрашенных стекол на горячую пульку из бесцветного стекла, оплавления нанесенного слоя и дальнейшей выработке уже окрашенного стеклоизделия в формах. Порошковые краски включают легкоплавкое стекло (основу краски) и краситель.

Разработка бесвинцовых легкоплавких стекол проводилась на основе систем  $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{RO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ , где RO – CaO, BaO, ZnO, при содержании компонентов, мол. %:  $\text{SiO}_2$  50–70;  $\text{R}_2\text{O}$  15,0–25,0;  $\text{B}_2\text{O}_3$  12,5–17,5; RO 2,5–12,5. Температура синтеза стекол в газовой пламенной печи составляет  $1300 \pm 20$  °С. Выработка производится путем фриттования с последующим помолом.

Термические свойства синтезированных материалов определены на dilatометре DIL 402 PC фирмы «Netzsch», спектральные характеристики – на фотометре «Proscan».

Критерием выбора оптимальных составов является в первую очередь согласование температурных коэффициентов линейного расширения сортового стекла и стекловидных красок, что достигается за счет модифицирования составов стекол оксидами группы RO. Показатели динамического коэффициента вязкости опытных стекол, определенные расчетным методом, в температурном интервале формования составляют  $10^2$ – $10^3$  Па·с.

В результате проведенных исследований решены следующие задачи:

– разработаны базовые составы легкоплавких стекол для окрашивания ионными ( $\text{CoO}$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NiO}$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ ) и молекулярными ( $\text{CdS}$ ,  $\text{CdSe}$ ) красителями;

– определена концентрация красителей, обеспечивающих интенсивную окраску изделий в тонком слое в синие (от фиолетового до голубого),

бирюзовые, зеленые, красные и коричневые тона.

При синтезе красок темных тонов возможно использование цветного стеклобоя, утилизация которого затруднена.

Изделия, декорированные разработанными красками, характеризуются однородностью и насыщенностью окраски, что позволяет рекомендовать их предприятиям, производящим сортовые и художественно-декоративные стеклоизделия.

## **POWDER PAINTS FOR COLORING GLASSWORK AT THE FORMING PROCESSES**

**Abstract:** Results of development of the fusible vitreous paints for decoration assorted and art-decorative wares during forming processes are presented. Paints are developed on the basis of vitreous system  $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{RO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  where RO – CaO, BaO or ZnO. They are characterized by the good flowability in an interval of forming and co-ordination on thermal expansion with assorted glass and are provided homogeneity and a saturation of coloring of the decorated products.

## **ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛИЗАТОРОВ НА СИНТЕЗ ПИГМЕНТОВ МУЛЛИТОПОДОБНОЙ СТРУКТУРЫ** **И.В. Пищ, Н.А. Гвоздева, Е.И. Барановская**

УО «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск,  
Республика Беларусь

В настоящее время возрастает потребность в пигментах для окрашивания керамических масс, глазурей, флюсов. В основу синтеза пигментов положен метод окрашивания высокотемпературных кристаллических соединений. В качестве кристаллических решеток-акцепторов используются шпинель первого и второго типа, корунд, циркон, перовскит, а также природные алюмосиликаты и др. При включении в решетку указанных минералов ионов переходных металлов (Cr, Fe, Ni, Co, Mn и др.) кристаллы приобретают характерную окраску. Вхождение в кристаллическую решетку перечисленных ионов обеспечивается твердофазными реакциями при температурах (1200–1300 °С) в присутствии минерализаторов ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{NaF}$ ,  $\text{CaF}_2$ ), способствующих снижению температуры синтеза.

Целью данной работы явилось изучение особенностей окраски пигментов на основе обогащенного каолина месторождения «Присяновское» (Украина) при добавлении оксидов металлов переходных 3d-элементов, исследование возможности внедрения красящих ионов в его кристаллическую

структуру с образованием твердых растворов и шпинелей без дополнительной подшивки, а также выявление влияния минерализаторов на процесс синтеза пигментов. В качестве хромофоров были использованы ионы  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ .

Синтез пигментов проводили в электрической печи при температурах 1100–1150–1200±20°C с выдержкой при максимальной температуре в течение 1 часа. В результате высокотемпературной обработки были получены керамические пигменты различных цветов и оттенков.

Установлено положительное влияние минерализаторов на процесс синтеза пигментов. Расплавляясь при низкой температуре, они ослабляют кристаллическую решетку муллита, приводя ее в активное состояние, и положительно влияют на протекание твердофазных реакций и образование твердых растворов внедрения и замещения. При добавке указанных минерализаторов в количестве 2,5-5 мас.% температура синтеза пигментов снижается на 50-100°C. Пигменты, синтезированные в интервале температур 1100-1200°C, характеризуются широкой цветовой гаммой, чистотой тона 60-65%, высокой кислотостойкостью 96-98%.

Таким образом, установлено положительное влияние минерализаторов на синтез пигментов муллитоподобной структуры с высокими хромофорными свойствами по энергосберегающей технологии.

#### **INFLUENCE OF MINERALISATORS ON SYNTHESIS OF PIGMENTS OF MULLITE-LIKE STRUCTURE**

**Abstract:** Using of kaolin, oxides of 3d- element metals permits to increase base of raw materials for synthesis of pigments of mullite-like structure. Positive influence of mineralisators on synthesis of pigments of mullite-like structure with high chromophore properties by means of energy saving technology has been established.

#### **ПРИМЕНЕНИЕ НЕТРАДИЦИОННОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ БЕЛАРУСИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИЧЕСКИХ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**И.В. Пищ, Ю.А. Климош**

УО «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь

В качестве объекта исследования выбраны составы керамических масс, применяемые на ОАО «Брестский комбинат строительных материалов» и ОАО «Керамика» (г. Витебск). Сырьевой основой для производства кирпича на указанных предприятиях являются легкоплавкие полиминеральные глины

месторождений «Щебрин» (Брестский район) и «Осетки» (Витебский район). Отощителями в массах являются дегидратированная глина, бой изделий и кварцевый песок.

Целью представленной работы являлось повышение морозостойкости и механической прочности стеновой керамики, полученной на основе указанного глинистого сырья. С этой целью в составы керамических масс вводили гранитные отсевы, представляющие собой отходы производства дорожного щебня (некондиционная фракция), добываемых в Микашевичском карьере при РУПП «Гранит» (Брестская область), а также мафит-ультрамафические породы, вскрытые скважинами в Слуцком районе (Минская область). Отличительной особенностью последних является высокое содержание MgO (до 26 %) и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (до 13,5 %).

В ходе исследований установлены оптимальные сочетания компонентов масс, температурно-временные режимы обжига изделий, что позволило получить опытные образцы с более высокими физико-химическими свойствами по сравнению с заводскими материалами: общая усадка 6,9?8 %, водопоглощение 11,2?12,4 %, открытая пористость 21,7?24,6 %, механическая прочность при изгибе 8,1?9,2 МПа, коэффициент теплопроводности 0,41–0,46 Вт/мЧК, морозостойкость более 75 циклов.

Фазовый состав синтезированных материалов представлен кварцем (б- $\text{SiO}_2$ ), анортитом ( $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ) и гематитом (б- $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

Таким образом, в результате экспериментальных исследований разработаны оптимальные сырьевые композиции, а также подобран фракционный состав отощителя, что в комплексе позволяет повысить морозостойкость и механическую прочность керамического кирпича.

#### **USING OF NON-TRADITIONAL MINERAL RAW MATERIALS OF THE REPUBLIC OF BELARUS IN THE PRODUCTION OF CERAMIC WALL MATERIALS**

**Abstract:** The results of the investigation of using of granite wastes and ultrabasites in the production of ceramic wall materials are presented in the article. Using of noted wastes permit to decrease of fuels and energy expend and to increase of exploit properties of products.

**ТЕХНОЛОГИЯ БИОКОНВЕРСИИ СЛАБОРАЗЛОЖИВШЕГОСЯ  
ТОРФА С ПОЛУЧЕНИЕМ УГЛЕВОДНО-БЕЛКОВОЙ КОРМОВОЙ  
ДОБАВКИ**

**Ю.Н. Погорелова, В.С. Болтовский, Т.П. Цедрик**

УО «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск,  
Республика Беларусь

В настоящее время потребности сельского хозяйства в белоксодержащих кормовых добавках во многих странах, в том числе и в Республике Беларусь, удовлетворяются не полностью. Одним из перспективных направлений решения проблемы дефицита кормового белка является его производство микробиологическим методом, в частности, биоконверсией растительного сырья.

Важным фактором при получении микробного белка является наличие дешевого, доступного и эффективно используемого микроорганизмами сырья. Особый интерес для Республики Беларусь представляет верховой торф с низкой степенью разложения, который по своему углеводному составу практически не отличается от древесины и других видов растительного сырья.

Целью работы являлось исследование процесса обогащения верхового торфа белком при биоконверсии различными культурами мицелиальных грибов.

Биоконверсию субстрата осуществляли путём твёрдофазной ферментации в чашках Петри, в термостате, при соблюдении условий асептики. В качестве продуцентов белка использовали 2-х суточные культуры микромицетов *Trichoderma lignorum*, *Penicillium notatum*, *Trichoderma* sp. ТБ 01, *Aspergillus* sp. ТБ 03 (выделены путём селекции из верхового торфа), ассоциацию *Trichoderma* sp. ТБ 01 и *Aspergillus* sp. ТБ 03, выращенных на синтетической питательной среде Ридер в аэробных условиях. Подготовленный для ферментации измельченный верховой торф, содержащий питательные соли, инокулировали посевным материалом до достижения влажности субстрата 60-65% при наблюдении для каждой культуры величины рН среды. По окончании процесса ферментации в конечном продукте определяли содержание общего азота (сырого протеина) по Кьельдалю и истинного белка по Барнштейну.

Результаты эксперимента показали, что наиболее эффективно применение для биоконверсии верхового торфа ассоциации *Trichoderma* sp. ТБ 01 и *Aspergillus* sp. ТБ 03. При их использовании содержание сырого протеина в конечном продукте составило 12,9 %, в том числе 10,4 % истинного белка.

Разработана технология получения углеводно-белковой кормовой добавки на основе верхового торфа, обеспечивающая уменьшение энергозатрат на процесс и повышение экологической безопасности производства.

Результаты исследований внедрены на экспериментальной установке в производственных условиях. Получена партия углеводно-белковой кормовой добавки, которая прошла испытания по применению в рационах кормления жвачных животных, выполненные РУП «Институт животноводства НАН Беларуси».

**TECHNOLOGY OF BIOCONVERSION OF WEAK DECOMPOSED  
PEAT WITH RECEPTION OF THE CARBOHYDRATE ALBUMINOUS  
FODDER ADDITIVE**

**Abstract:** The technology of reception of the carbohydrate-albuminous fodder additive is developed on the basis of the riding peat, providing reduction of power inputs by process and increase of ecological safety of manufacture.

**ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ПОРОШКООБРАЗНОГО АЛЮМИНИЯ НА  
СПЕКАНИЕ КЕРАМИЧЕСКОГО КОМПОЗИЦИОННОГО  
МАТЕРИАЛА, ПОЛУЧЕННОГО В РЕЖИМЕ СВС**

**К.Б. Подбологов, Е.М. Дятлова**

Белорусский государственный технологический университет, Минск,  
Республика Беларусь

Получение высокопрочных изделий из тугоплавких соединений представляет значительный интерес для различных отраслей науки и промышленности. Изделия на основе корунда и карбида кремния обладают высокой огнеупорностью, химической стойкостью, износостойкостью, однако синтез материала корунд-карбидокремниевых составов и производство изделий из него требуют больших затрат энергии, специальных печей и длительного времени спекания.

В тоже время технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) позволяет получить данный материал в системе  $Al-SiO_2-C$ . Самораспространяющийся высокотемпературный синтез представляет процесс самопроизвольного распространения зоны экзотермических реакций, возникает при локальном воздействии тепловым импульсом на систему и в дальнейшем не требует подвода энергии.

Керамический композиционный материал корунд-карбидокремниевых

состава синтезировался из смеси компонентов, содержащей алюминиевую пудру, молотый кварцевый песок и сажу. Образцы получали полусухим прессованием из предварительно смешанных компонентов. Иницирование синтеза осуществлялось разогревом образцов в печи до температуры 800°C. Фазовый состав материала представлен корундом и карбидом кремния, имеются небольшие примеси кристобалита и кремния. Кажущаяся плотность материала 900-1300 кг/м<sup>3</sup>, температурный коэффициент линейного расширения в интервале температур 20-1000 °С составляет (3,5-7,0)•10<sup>-6</sup> К<sup>-1</sup>.

Однако получаемые образцы после СВС имели недостаточную прочность для использования в качестве изделий технического назначения. В связи с этим недостатком проводились получение изделий в две стадии: первая – получение СВС–материала, вторая – полусухое прессование изделий с последующим их спеканием. Установлено, что для спекания материала необходима температура более 1400°C. Для достижения эффекта снижения энергозатрат, необходимо понизить температуру спекания, но при этом сохранить высокие эксплуатационные характеристики. Это стало возможно благодаря добавке алюминиевой пудры к мелкодисперстному порошку из полученного СВС-материала. При температуре 1100 °С с выдержкой 1ч наблюдалось увеличение прочности в 4,5 раза по сравнению с образцами без добавки, а пористость и водопоглощение уменьшились в 1,5 раза.

#### **INVESTIGATION OF EFFECT OF THE ALUMINIUM POWDER ADDITIVE ON SINTERING OF CERAMIC COMPOSITE MATERIAL OBTAINING IN CONDITIONS SHS**

**Abstract:** This work reports the results of effect investigation of the aluminum powder additive on sintering of ceramic composite material of corundum - silicon carbide composition. The material is synthesized in system Al – SiO<sub>2</sub> – C, properties and technological aspects of its obtaining are determined. The aluminum powder additive was included for achievement of the effect of power inputs decrease at sintering the SHS-material. As a result of the introducing of the component, the material strength is increased more than in 4,5 times and the porosity and water adsorption is decreased in 1,5 times in comparison with specimens without the additive. It is established by sintering of the material at the temperature 1100°C with a soaking 1 hour.

#### **РАЗРАБОТКА ФИЛЬТРАЦИОННЫХ БЛОКОВ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАННЫХ ПОЛИРОВАННЫХ РАСТВОРОВ ХРУСТАЛЯ НА ОАО «СТЕКЛОЗАВОД «НЕМАН»**

**А.Э. Сечко<sup>1</sup>, А.Н.Третьяк<sup>2</sup>, А.С. Гарецкий<sup>2</sup>, В.А. Бондарь<sup>3</sup>, М.Д. Сорокин<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Государственное научное учреждение «Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения Национальной академии наук Беларуси», г. Гродно, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Государственное научное учреждение «Институт неорганической химии Национальной академии наук Беларуси», г.Минск, Республика Беларусь

<sup>3</sup>Открытое акционерное общество «Стеклозавод «Неман», г. Березовка, Республика Беларусь

Процесс полировки хрусталя производят в смеси растворов серной и плавиковой кислот. В результате химполировки стекла происходит снижение рабочей концентрации кислот и образование солей осадка. Отработанный полировочный раствор содержит (по массе): серной кислоты - 55-65%; плавиковой кислоты – 0,7-3,5%; воды – 38%; солей (K<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>, Na<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>, PbSO<sub>4</sub>) – 10-6%.

ГНУ «Институт неорганической химии НАН Беларуси» разработал технологию концентрации полировочных растворов для повторного использования в производстве хрусталя. На первоначальном этапе реализации данной технологии требуется очистка раствора от осадка солей.

Цель работы – разработать технологию очистки и конструкцию фильтрационных блоков для разделения шлама агрессивных среда.

Для разработки технологических схем очистки отработанных растворов произведен анализ дисперсного и фракционного состава осадка. В качестве фильтрующего элемента предложено использовать полимерный волокнисто-пористый материал, на основе полипропилена, полученного методом аэродинамического распыления расплава полимера на волокна.

Расчетные данные, лабораторные и производственные испытания показали, что высокая удельная концентрация осадка не позволят производителю использовать метод фильтрования без предварительного отстаивания отработанного раствора. Расчетные и экспериментальные исследования позволили определить гидродинамические характеристики осадка, на основании которых, показаны закономерности осаждения солей в проточных отстойниках горизонтального и вертикального типа, а так же гидроциклонах.

На основании полученных данных предложены технологические схемы

и конструктивные решения для изготовления опытно-промышленного блока очистки, который состоит из отстойника и фильтра тонкой очистки.

Работа выполнена в рамках РНТП «Разработать и внедрить новые технологии переработки отходов производства хрустала на ОАО «Стеклозавод «Неман»».

#### **DEVELOPMENT OF FILTRATIONAL BLOCKS FOR PROCESSING THE FULFILLED POLISHED SOLUTIONS OF CRYSTAL BY GLASSWORK «NEMAN»**

**Abstract:** The disperse and fractional structure of a deposit of the fulfilled solutions of crystal is investigated. Hydrodynamical characteristics of a deposit are investigated. On the basis of settlement given, laboratory and industrial tests technological circuits and constructive decisions for manufacturing the trial block of clearing which will consist of a sediment bowl and the filter of thin clearing are offered.

#### **АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ПРОИЗВОДСТВА ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩИХ ОБУВНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**А.Э. Сечко, Е. В Грахольская, И.Г. Новик**

Государственное научное учреждение «Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения Национальной академии наук Беларуси», г. Гродно, Республика Беларусь

Изготовление современной обуви не возможно без применения нового поколения ламинированных, импрегнированных, дублированных или триплированных материалов. До недавнего времени в качестве обувных дублированных материалов использовались в основном многослойные тканые и нетканые материалы, полученные с применением растворяемых (латексных, ПВА, фенольных и др.) клеев.

В настоящее время за рубежом и в странах СНГ внедряются технологии производства современных обувных материалов для верха и внутренних деталей обуви на основе термопластичных полимеров. Разработанные и запатентованные технологические решения предполагают применение термопластичных полимерных связующих в виде порошкового клея и паст, пленок, тканых и нетканых материалов.

Не смотря на развитость в Гродненской области и республике обувной промышленности, которая выпускает широкий ассортимент изделий из натуральных и искусственных материалов, многие ответственные детали обуви

приходится закупать за рубежом.

Цель работы – провести анализ современных технологий решений в области создания дублированных, импрегнированных и ламинированных материалов для изготовления обуви и предложить новые технологические решения для производства обувных материалов в условиях Республики Беларусь.

На основании проведенных исследований разработаны технологические схемы изготовления дублированных материалов и материала термопластичного для внутренней отделки обуви (подноска, задник). Выбраны и проанализированы оптимальные составы термопластичных связующих и определены основные технологические параметры получения клеев.

Результаты работ могут быть использованы при проектировании средств технологического оснащения установками для производства широкого спектра и различного назначения ламинированных (дублированных, триплированных) и импрегнированных материалов на основе термопластичных связующих.

Внедрение новых технологий и широкое применение альтернативных материалов в обувной промышленности, способствует расширению ассортимента обуви, улучшению качества обуви, повышению производительности труда, автоматизации и роботизации технологических операций.

#### **THE ANALYSIS OF PERSPECTIVE DIRECTIONS OF MANUFACTURE SHOE MATERIALS REPLACING IMPORT**

**Abstract:** Work is directed on studying of modern technological decisions in the field of manufacturing laminated (duplicated, three-layered) and impregnated materials for the shoe industry. On the basis of the carried out researches technological circuits of manufacturing of the duplicated materials and a thermoplastic material for internal furnish of footwear (are developed). Optimum structures a thermoplastic binding are chosen and analysed and the basic technological parameters of reception of glues are determined.

**РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ  
КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ЮВЕЛИРНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ  
СПЛАВОВ, СОДЕРЖАЩИХ ДРАГОЦЕННЫЕ МЕТАЛЛЫ.**

**М.Я. Таразевич, Г.М. Корзун, В.А. Вакульчик**

НИИ ФХП БГУ, г. Минск, Республика Беларусь  
УП «Унидрагмет БГУ», Минск, Республика Беларусь

Применение неразрушающего метода определения количественного состава ювелирных и технических сплавов, содержащих драгоценные металлы (ДМ) – перспективное направление использования энерго- и ресурсосберегающих технологий в приложении к аналитической химии ДМ.

Цель работы – разработка методики неразрушающего количественного определения содержания золота, серебра и металлов платиновой группы в сплавах различного назначения с использованием спектрометра энергий рентгеновского излучения.

Спектральные измерения проводились на образцах, полученных путем сверления слитков сплавов ДМ, либо на изделиях (проволока, прокат, высечка) в исходном состоянии. В качестве средства измерения использовали спектрометр энергий рентгеновского излучения СЕР-01 ААЕС 412131.001, производства ООО «Элватех», Украина. Для проверки правильности разработанной методики использовали аттестованные методы анализа: потенциометрический, гравиметрический и атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой.

Метод измерения основан на зависимости интенсивности характеристических линий флуоресценции элемента от его массовой доли в сплаве. Возбуждаемое первичным рентгеновским излучением характеристическое излучение элементов в сплаве разлагается в спектр с последующим измерением аналитических сигналов и определением массовой доли элементов с применением обсчета спектра по методу фундаментальных параметров.

В результате проведенного систематического исследования установлено, что разработанная методика характеризуется высокой точностью и воспроизводимостью. Проведена проверка закона нормального распределения результатов анализа, правильность методики определения ДМ оценена с использованием ГСО состава сплавов. Результаты определения ДМ с использованием разработанной методики хорошо согласуются с результатами, полученными с использованием референтных методов.

Время выполнения анализа составляет 25-40 мин.

**XRF DETERMINATION OF THE QUANTITATIVE COMPOSITION OF  
TECHNICAL AND JEWELLERY ALLOYS CONTAINING PRECIOUS  
METALS**

**Abstract:** Possibility of rapid and exact determination of quantitative composition of jeweler and technical alloys, containing precious metals with the use non-destructive method of analysis is shown. Identified and described metrological characteristics of the proposed method.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО СЫРЬЯ ДЛЯ  
ПРОИЗВОДСТВА ТЕРМОСТОЙКИХ КОРДИЕРИТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ  
СКОРОСТНЫМ РЕЖИМОМ ТЕРМООБРАБОТКИ**  
**И.М. Терещенко, Р.Ю. Попов**

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск,  
Республика Беларусь

В настоящее время синтез термостойких кордиеритовых материалов осуществляют на основе минерального сырья. При этом основным компонентом кордиеритовых масс является пластичная составляющая, являющаяся источником  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , входящими в состав кордиерита ( $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ ), а также обеспечивающая возможность получения изделий сложной формы различными способами формования (прессование, литье из шликеров, пластическое формование). В недалеком прошлом в качестве пластичного компонента кордиеритовых масс в основном применяли исключительно каолины и качественные огнеупорные глины. Использование подобных материалов приводит к повышенным затратам энергетических и материальных ресурсов в производстве кордиеритовых изделий вследствие высоких температур обжига и отсутствия подобного сырья в Республике Беларусь.

В ходе исследований, проводимых кафедрой технологии стекла и керамики Белорусского государственного технологического университета, изучена возможность использования местных видов сырья для получения кордиеритовых изделий, способных работать в качестве термостойких изолирующих элементов при температуре не менее 1250°C. В частности установлена возможность применения для декларируемых целей тугоплавких глин месторождений «Туровское» и «Городок». Также проводились работы по частичной замене импортируемого магнийсодержащего компонента – талька онотского (Российская Федерация) на ультрабазит «Микашевичского месторождения» (Республика Беларусь), представляющего мафическую

горную породу, характеризующуюся значительным содержанием MgO. Недостаток глинозема в опытных массах восполнялся гидратом окиси алюминия.

Изделия получались полусухим прессованием и обжигались в интервале температур 1000–1300°C; скорость подъема температуры составляла 550°C/ч; выдержка при максимальной температуре – 1ч. Наилучшими показателями качества характеризовались образцы, обожженные при 1250°C. Значения температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР) находились в пределах  $(1,8-2,5) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . Основной кристаллической фазой материала в обоих случаях являлся кордиерит. В ходе исследовательских работ показана возможность замены талька до 20 мас.% на ультрабазит.

Полученные результаты являются основой для создания в дальнейшем ресурсосберегающей технологии производства изделий на основе кордиерита.

#### **USE OF DOMESTIC RAW MATERIAL FOR MANUFACTURE HEAT-RESISTANT CORDIERITE PRODUCTS A HIGH-SPEED MODE OF HEAT TREATMENT**

**Abstract:** The opportunity of use of domestic kinds of raw material for manufacture of the heat-resistant ceramics is investigated, allowing considerably to lower power inputs and resources consumptions.

#### **ПОЛУЧЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПОРОШКОВОГО ПОКРЫТИЯ ГАЛЕТНОГО ТИПА С ВЫСОКОЙ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТЬЮ И МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТЬЮ.**

**С.Н. Юркевич<sup>1</sup>, В.В.Ясн<sup>2</sup>, К.И.Аршинов<sup>2</sup>, М.К.Аршинов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>РУПП «558 Авиационный ремонтный завод», г. Барановичи, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Институт технической акустики НАН Беларуси, г. Витебск, Республика Беларусь

Цель работы состоит в получении методом газодинамического холодного напыления металлических покрытий галетного типа с высокой коррозионной стойкостью и механической прочностью. Способ получения покрытий основан на формировании в сверхзвуковом сопле высокоскоростного воздушного потока из предварительно нагретого до температуры 600 °С и сжатого до 8 атм воздуха, ускорение этим потоком и нанесение на поверхность изделия порошкового материала, представляющего собой механическую смесь керамического ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) и металлического порошков ( $\text{Al,Zn}$ ) – смесь керамического и металлических порошков взята в соотношении

$\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Al}:\text{Zn}=20\%:40\%:40\%$  с диаметром частиц ~20 мкм. Получаемое покрытие не обладает высокой коррозионной стойкостью и механической прочностью: адгезия покрытия к подложке из алюминиевого сплава Д16Т не менее 50 МПа, микротвердость покрытия 745 МПа. Для получения покрытия галетного типа на поверхность покрытия напыляют порошок алюминия и получают дополнительный слой, который подвергают механической обработке и анодному окислению, в результате чего на поверхности формируется прочная износостойкая и коррозионностойкая пленка окиси алюминия толщиной до 50 мкм и микротвердостью не менее 3155 МПа. В результате данной последовательности технологических операций получают покрытие галетного типа с мягкой основой и твердой поверхностью, которое более устойчиво к возникновению микротрещин при столкновении с абразивными частицами или имеет повышенный срок службы при трении поверхностей. Данный тип покрытий может быть использован для получения защитных покрытий изделий, например, лопаток турбин, работающих при повышенной запыленности воздуха.

#### **THE FABRICATION OF THE METALLIC POWDER WAFER COATING WITH A HIGH CORROSION PROOF AND SOLIDITY.**

**Abstract:** The coatings were fabricated by cold spraying method. Obtaining composite coatings ceramics/metal involves spraying Al powder which is then subjected to anodic oxidation as a result of which a coating of a wafer type with a soft base and hard coating  $\text{Al}_2\text{O}_3$  is produced.

## **ПЕРЕРАБОТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ ОТХОДОВ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ МАТЕРИАЛЬНЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ**

**ТЕРМОХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ**  
**В.А. Бородуля, Л.М. Виноградов, А.Ж. Гребеньков, В.И. Мартынюк**

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

Отходы бытового и производственного назначения наряду с традиционно используемыми местными видами топлива (торф, древесная биомасса, бурые угли) считаются приоритетными возобновляемыми источниками энергии. Их энергетическое использование актуально ещё и потому, что решает острейшую проблему городов, связанную с утилизацией мусора. Вместе с тем этот метод требует особой организации процессов горения и очистки дымовых газов, т.к. в противном случае особенно при прямом неквалифицированном сжигании происходит выброс в атмосферу значительного количества вредных выбросов, в т.ч. таких супертоксиантов, как диоксины и полиароматические углеводороды.

Общепризнанная альтернатива процесса прямого сжигания горючих отходов является термохимическая деструкция, существенно повышающая эффективность горения и предусматривающая их предварительное термическое разложение в бескислородной атмосфере (пиролиз) и газификацию с получением газообразных, жидких и твердых энергоносителей. Физико-химические свойства получаемых при этом продуктов позволяют их использовать взамен или совместно с традиционными видами топлива. Сдерживающим фактором широкого применения технологии термохимической деструкции при переработке вторичного и низкокалорийного сырья является недостаточная изученность стадий процесса, общих закономерностей протекающих химических реакций.

Разработанная технология и опытная установка предназначены для исследования экологически безопасной термохимической деструкции широкой номенклатуры твердых горючих отходов. Пиролиз измельченных отходов происходит по длине нагрева шнека, а его режим поддерживается и регулируется посредством газовых ИК - горелок. Заданная температура в камере нагрева шнека достигает 600-700°C, при которой пиролиз отходов происходит после их предварительной сушки и нагрева до 250-300°C. Твердая фракция выгружается в камеру сжигания, а летучие под разрежением

дымососов втягиваются в цилиндрическую камеру дожигания, в которой концентрируется все тепловыделение и обеспечивается температура не менее 1250°C. За счет тепла уходящих дымовых газов в теплоутилизаторе происходит нагрев воды, которую можно использовать на технические нужды и для обогрева помещения. В составе установки возможно разместить устройство конденсации и разделения углеводородов.

## **THERMOCHEMICAL PROCESSING OF SECONDARY RAW MATERIAL**

**Abstract:** The technology and the pilot plant have been developed for studying the ecologically safe thermochemical destruction of a wide range of solid combustible waste. Pyrolysis of the ground waste occurs along a screw and its regime is maintained and controlled by means of gas infrared burners.

## **ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ** **А.В. Спиглазов, В.П. Ставров**

Белорусский государственный технологический университет, Минск,  
Республика Беларусь

Метод прямого прессования изделий из пластицированных термопластичных композиций позволяет перерабатывать вторичные полимеры и их смеси с разнообразными наполнителями, в т.ч. растительного происхождения и отходами производства, поэтому относится к ресурсосберегающим технологиям. Ввиду высокой вязкости расплавов композиций возрастают затраты на формообразование изделий, поэтому режимы прессования должны быть оптимизированы не только по критериям качества получаемых изделий, но и по критериям, минимизирующим энергоемкость и технологическую себестоимость. Эта задача решается на примере прессования плоских изделий из вторичных термопластов, наполненных мелкодисперсными отходами деревообработки.

К основным параметрам процесса прессования плоских изделий из высоконаполненных термопластичных композиций отнесены: температура и размеры заготовки; скорость смыкания формы; усилие прессования; температура формообразующей поверхности; температура изделия в момент

извлечения из формы и время цикла. Время цикла включает продолжительность формирования и перемещения заготовки, укладки ее в пресс-форму, смыкания и заполнения формы, продолжительность охлаждения и извлечения готового изделия. На основе уравнений теплопередачи и вязкопластического течения (с учетом скольжения на границе) композиции и найденных экспериментально показателей технологических свойства композиций как функций степени наполнения и параметров состояния сформулированы требования к параметрам процесса. Установлено, что энергоёмкость деформирования заготовки мала по сравнению с энергоёмкостью пластикации, а в качестве условия, минимизирующего энергозатраты, может быть принят баланс количества тепла, подводимого с заготовкой и рассеиваемого пресс-формой.

Показаны примеры использования результатов для установления оптимальных режимов прессования изделий из различных высоконаполненных термопластичных композиций, включая вторичные и смесевые.

Исследования выполнены по заданию 1.29 ГППИ «Полимерные материалы и технологии».

#### **TECHNICAL-ECONOMICAL AND PROCESS-PARAMETERS OF COMPRESSION MOULDED ARTICLES FROM HIGH FILLED THERMOPLASTICS**

**Abstract:** On basis of power-consuming criterion the compression molding temperature, force, and times of articles from polypropylene high filled with wood particles are calculated.

#### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РЫБОВОДСТВЕ**

**Г.П.Воронова, Г.Г.Адамчик, Б.В.Адамович, Л.А.Куцко, С.Н.Пантелей**

РУП «Институт рыбного хозяйства»

РУП «Научно - практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г.Минск, Республика Беларусь

В связи с ростом цен на минеральные удобрения особую актуальность приобретает использование в рыбоводстве новых дешевых форм удобрений в виде вторичных энергетических ресурсов, в частности, отходов пищевой промышленности, которые содержат необходимые для функционирования

экосистемы пруда органические и минеральные компоненты.

Ежегодно в Беларуси при производстве пива, спирта и сахара образуется до 60 тыс. тонн дробины, 1,3 млн.т. барды, до 770 тыс. т. свекловичного жома, которые в основном используются в животноводстве в зимнее время при стойловом откорме скота. В летнее время большая часть отходов остаётся невостребованной.

В целях повышения рыбопродуктивности исследования по использованию отходов проводили в 2005 - 2006 г.г. на 6 опытных и 4 производственных прудах рыбокомбината «Любань» Минской области общей площадью 45,9 га. В результате проведенных исследований отработаны нормы, сроки и способы внесения отходов в пруды. Выявлено, что применение отходов не оказывало отрицательного действия на гидрохимический режим прудов. Использование отходов способствовало накоплению в воде минерального фосфора и кальция, положительно влияло на естественную кормовую базу прудов. Количественное развитие и продукция фито-, зоопланктона и зообентоса с контрольными прудами увеличились на 20 - 178%.

Внесение по воде жидкой фракции барды оказывало в первую очередь стимулирующее действие на планктонные организмы, в то время как пивная дробина и свекловичный жом способствовали развитию бентосных организмов.

Применение отходов увеличило рыбопродуктивность прудов за счёт естественных кормов на 50 - 94%, способствовало снижению затрат комбикормов на единицу прироста рыбы на 10 - 18% (с 3,9 до 3,2 ед), снижению затрат дорогостоящих минеральных азотно - фосфорных удобрений на 50%. При внедрении разработки экономический эффект за счёт увеличения рыбопродуктивности при использовании отходов составил от 284 до 681 тыс. руб/га. Наибольший экономический эффект получен при использовании в качестве удобрений барды и дробины.

Подсчёт стоимости работ на применение отходов пищевой промышленности в выростных прудах показал целесообразность применения барды и дробины при транспортировке их грузовыми автомобилями на расстояние до 400 км, свекловичного жома до 150 км. Максимальный эффект от их применения будет получен при транспортировке отходов на расстояние до 50 км (в одну сторону).

#### **EFFICIENCY OF USE OF WASTE PRODUCTS OF THE FOOD-PROCESSING INDUSTRY IN FISH CULTURE**

**Abstract:** Calculation of cost of works on application of waste products of the food-processing industry in ponds has shown expediency of application bards and pellets at trans-

portation by their lorries distance up to 400 kms, beet presscake up to 150 kms. The maximal effect from their application will be received at transportation of waste products distance up to 50 kms (in one way).

### **ПОЛУЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ РЕЗИНОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Н. Р. Прокопчук<sup>1</sup>, Е. И. Щербина<sup>1</sup>, Р. М. Долинская<sup>1</sup>, Т. Д. Свицерская<sup>1</sup>,  
В. В. Русецкий<sup>2</sup>, С.Н. Марусова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> БГТУ, г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup> ОАО «Беларусьрезинотехника», г. Бобруйск, Республика Беларусь

Производственные отходы резиновой промышленности: выпрессовки, обрезки, бракованные изделия и т. д., не подлежащие регенерации и не вулканизирующиеся, как правило, сжигаются или вывозятся на свалку. Все это приводит к загрязнению окружающей среды. Однако эти отходы представляют значительную материальную ценность и могут быть использованы при изготовлении новых изделий на существующем оборудовании резиновых производств. В связи с этим представляло интерес исследовать возможность удешевления полимерной композиции за счет полного исключения из ее состава каучука, т. е. возможность изготовления полимерной композиции на основе отходов резиновой промышленности.

В работе предложен способ использования резиновых отходов для производства плит напольных. Отходы дробились до получения резиновой крошки размером 0,5 мм или 1 мм. Разработаны два варианта рецептуры смеси для изготовления плит напольных черного цвета и плит напольных цветных.

В результате исследований разработана рецептура композиции для изготовления плит напольных, условия смешения, определены параметры процесса вулканизации, изучены физико-механические свойства готовых изделий. Для получения цветных напольных изделий разработана рецептура и условия для дублирования с основной массой напольной пластины.

Показано, что напольные плиты высокого качества можно получать на основе вторичного сырья.

По результатам проведенных исследований на ОАО «Беларусьрезинотехника» совместно с БГТУ были изготовлены опытные образцы изделий, изготовленных на основе отходов резиновой промышленности.

### **THE USE OF FACTORY RUBBER SCRAP FOR PRODUCTION OF PRODUCTS**

**Abstract:** Paper is devoted to research into possible use of factory rubber scrap: rubber crumb, panel and reclaimed product waste. Possibility of reduction of prices of polymeric compositions is investigational due to the complete exception from composition of rubber, i.e. possibility of making of polymeric compositions on the basis of offcuts of rubber industry. As the objects of research in-process this used such offcuts of rubber industry, as rubber crumb offcuts of production of panels and reclaim. Influence of high-quality and quantitative compositions of cure group is in-process rotined on the physical-mechanical indexes of composition, the temperature and temporal conditions of vulcanization are determined, and also compounding of composition is developed for making of flags of floor, which can be used as chaffs in the shopfloors and as coverages on sporting grounds

### **КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ВТОРИЧНОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА Н. Р. Прокопчук, А. Ф. Мануленко, А. В. Евсей, Д. В. Тимофеева**

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Задача исследований заключалась в разработке композиций на основе технологических и производственных отходов полипропилена (ПП) с высокими эксплуатационными и технологическими характеристиками для изготовления изделий технического назначения, в том числе ориентированных.

Достичь высоких физико-механических и технологических показателей возможно введением в состав композиций различных модификаторов, способных влиять на структуру ПП, а также вступать в химическое взаимодействие с неполярным полимером.

Проведенные исследования позволили выявить влияние ультрадисперсного силикатного материала (УДСМ) на структуру полипропилена и соответственно на физико-механические и реологические свойства композиций на его основе. Также зафиксировано существенное повышение служебных характеристик композиций на основе вторичного полипропилена, содержащих комплексный полимерный модификатор на базе полиамида, полученный методом реакционной экструзии. Установлено оптимальное содержание модификаторов в составе композиций.

Сравнение физико-механических и реологических показателей полученных композиций, содержащих УДСМ и комплексный полимерный модификатор показало, что эти композиции имеют сходные характеристики

удельной ударной вязкости, предела текучести при растяжении, ПТР, приближаясь к первичному ПП.

Методом электронной микроскопии исследован характер распределения модификатора в базовом термопласте. Показано, что повышенными показателями обладают композиции с равномерным распределением модифицирующих добавок в полимерной матрице, что вероятно обусловлено армирующим действием модификатора, вследствие диссипации энергии внешнего воздействия на материал. Существенное значение для повышения свойств композиций имеет образование прочной адгезионной связи на границе раздела полимер-модификатор, вследствие возможного протекания химического взаимодействия между компонентами материала.

Таким образом, установлена возможность получения композиционных материалов с повышенными свойствами на основе вторичного полипропилена.

#### **COMPOSITIONS ON THE BASIS OF THE MODIFIED SECONDARY POLYPROPYLENE**

**Abstract:** This work is devoted to creation of composite materials on the basis of the secondary polypropylene software received from technological waste products and modified by polymeric additives, and also an ultra disperse silicate material. It is proved, that introduction of a small amount of the modifier results in significant improvement of physic mechanical properties of secondary software, approaching them to properties of a primary material. It allows using the received compositions as a constructional material for manufacturing products of technical purpose, and also as additives to initial raw material by manufacture of similar focused production.

#### **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ**

**А.А. Андрушевич<sup>1</sup>, М.Н. Чурик<sup>1</sup>, И.Н. Казаневская<sup>1</sup>, А.Г. БАКАЕВ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ОХП «Научно-исследовательский институт импульсных процессов»,  
Республика Беларусь

<sup>2</sup>ФТИ НАН Беларуси, Республика Беларусь

Положительный опыт использования промышленных отходов из различных марок алюминиевых сплавов при изготовлении литых заготовок деталей, получен ОХП «Научно-исследовательским институтом импульсных процессов с опытным производством» (г. Минск).

Целью проводимых исследований являлась разработка комплексной

ресурсосберегающей технологии переработки промышленных отходов алюминиевых сплавов с последующим изготовлением кокильных отливок деталей ответственного назначения с повышенными механическими и эксплуатационными свойствами.

При производстве отливок из отходов и лома важное значение имеют подготовка шихты, выбор технологии плавки и рафинирующей модифицирующей обработки расплава, оптимальные режимы заливки, рациональная конструкция кокильной оснастки.

Расплав, полученный из отходов, содержит большое количество оксидных включений и водорода, связанного в комплексы с оксидом алюминия, что ведёт к повышенному литейному браку. Улучшение качества сплава проводится продувкой через расплав аргона, обработкой дегазирующее – модифицирующими таблетками и покровно-рафинирующими флюсами, использованием инокуляторов оригинальных составов. Время обработки 10-20 минут при температуре 720 - 750°C ( для до- и эвтектических силуминов).

Микроструктурные исследования показали, что такая комплексная обработка расплава снижает газовую пористость до 1-2 балла, а также модифицирует первичный и эвтектический кремний, улучшает жидкотекучесть сплава, повышает герметичность деталей.

Литьем в кокиль из алюминиевых сплавов АК5М2, АК10М2, АК12ММгН, АК12М2МгН, АК21М2,5Н2,5 и др., получаемых из промышленных отходов, на опытном производстве института изготавливаются отливки поршней, заготовки деталей пневмо- и гидроаппаратуры, корпусов кранов, вставки токосъёмников для трамваев, автобусов и другой автотракторной техники. Отливки отличаются повышенной плотностью, отсутствием газовой пористости и по механическим свойствам соответствуют требованиям ГОСТ 1583-93.

Изготовленные литые детали используются НПО «Транстехника» и КУП «Минсктранс».

Экономия при использовании ресурсосберегающей технологии переработки промышленных отходов алюминиевых сплавов с организацией серийного производства кокильных отливок составляет 30 – 50% от стоимости их изготовления по традиционной технологии из первичных сплавов.

#### **RESOURCE-SAVING TECHNOLOGY OF PROCESSING OF INDUSTRIAL WASTES OF ALUMINIUM ALLOYS**

**Abstract:** The economy at use resource-saving technologies of processing of industrial wastes of aluminium alloys with the organization of a batch production external chill makes 30 - 50 % from cost of their manufacturing on traditional technology of initial alloys.

**КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ  
ИСКУССТВЕННЫХ КОЖ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБУВИ**

**А.Н. Буркин, Е.А. Егорова, Г.Н. Солтовец**

УО «ВГТУ», г. Витебск, Республика Беларусь

Высокие эксплуатационные характеристики предопределили широкое применение искусственных кож, которые используются в настоящее время во многих отраслях промышленности. Однако, несмотря на ряд преимуществ применения искусственных кож, встает проблема утилизации образующихся отходов, объем которых на территории Республики Беларусь составляет около 128 т в год. Следует отметить, что данные виды отходов не подлежат захоронению на полигоне твердых бытовых отходов.

Сотрудниками УО «ВГТУ» разработано оборудование и технологические режимы для переработки отходов искусственных кож с поливинилхлоридным покрытием. Согласно разработанной технологии были получены композиционные материалы, которые по своим физико-механическим свойствам рекомендованы для производства деталей низа повседневной и домашней обуви.

С целью расширения области применения композиционных материалов из отходов искусственных кож было предложено использовать их в качестве подошвенного материала при изготовлении производственной обуви для медицинских учреждений. Так как условия эксплуатации данной обуви включают ее обработку различными дезинфицирующими средствами, то возникла необходимость изучения влияния дезинфицирующих средств на свойства композиционных материалов. При проведении исследований образцы композиционного материала обрабатывали дезинфицирующими 1%-ными растворами «Славин», «Анасепт», «Полидез», а также 25%-ым раствором формалина. Перечисленные препараты обладают бактерицидной, вирулицидной и фунгицидной активностью, обладают дезинфицирующим и моющим эффектами одновременно.

Результаты исследования показали, что обработка композиционного материала различными дезинфицирующими средствами не приводит к снижению таких показателей качества как условная прочность при разрыве, относительное удлинение при разрыве и остаточная деформация после разрыва. После обработки дезинфицирующими средствами материал становится более пластичным, что положительно влияет на эргономические свойства обуви. На основании полученных результатов была изготовлена производственная обувь и проведена экспериментальная носка в медицинском учреждении, которая подтвердила возможность использования

композиционного материала для изготовления данного вида обуви.

**COMPOSITE MATERIALS ON THE BASIS OF WASTE PRODUCTS OF  
ARTIFICIAL SKINS FOR MANUFACTURING FOOTWEAR**

**Abstract:** On the basis of the received results the industrial footwear has been made and carried out experimental bearing in medical institution which has confirmed an opportunity of use of a composite material for manufacturing the given kind of footwear.

**ПЕРЕРАБОТКА ВТОРИЧНОГО ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА**

**С.Г. Кудян<sup>1</sup>, В.Д. Федоров<sup>2</sup>, С.С. Песецкий<sup>2</sup>,  
В.Н. Коваль<sup>2</sup>, О.В. Филимонов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> РУП СКТБ «Металлополимер», г. Гомель, Республика Беларусь

<sup>2</sup> ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Б»,  
г. Гомель, Республика Беларусь,

<sup>3</sup> «Chemical Corporation», г. Могилев, Республика Беларусь

Задачей исследования являлось изучение влияния технологических факторов на структуру и свойства полиэтилентерефталата.

Для оценки состояния структур и свойств материалов определяли характеристическую вязкость и ПТР расплава, температуры плавления и кристаллизации методом ДСК и динамические механические свойства методом крутильных колебаний на частоте 1 Гц.

Изучали влияние технологии, условий переработки (кратность экструзии, условия мойки и сушки, температуры расплава и оформляющих элементов оснастки) на изменение структуры и свойств пищевого полиэтилентерефталата (ПЭТФ) и материалов на основе его отходов. Показано, что уже после первой стадии экструзионной переработки как первичного ПЭТФ, так и его бытовых отходов (флекс, полученные из бутылок для газированных напитков) происходит заметное снижение характеристической вязкости и рост показателя текучести расплава, а также концентрации концевых карбоксильных групп. Использование щелочной мойки интенсифицирует данные изменения. При увеличении кратности экструзии наблюдается снижение температуры холодной кристаллизации и повышение температуры кристаллизации из расплава. При литье в холодную форму ( $T < 30^{\circ}\text{C}$ ) наблюдается уменьшение значений динамического модуля сдвига в широком интервале температур по сравнению с горячей формой ( $T > T_{с\text{ПЭТФ}}$ ). При литье в холодную форму температура стеклования уменьшается при увеличении

кратности экструзии, а при литье в горячую – наоборот повышается, причиной чему является изменение степени кристалличности материала.

Длительная обработка в интервале температур 160-200°C и агломерация сопровождаются повышением значений динамического модуля сдвига вследствие доконденсации и частичного удаления низкомолекулярных компонентов.

Показано, что эффективным приемом регенерации отходов ПЭТФ для изделий технического назначения является совмещение в расплаве с термопластами, имеющими в своем составе реакционноспособные функциональные группы, в присутствии компатибилизаторов. Приведены свойства полученных материалов.

Проведенные исследования показали возможность получения вторичных материалов с удовлетворительными эксплуатационными свойствами.

#### **PROCESSING OF RECOVERED POLYETHYLENE TEREPHTHALATE**

**Abstract:** The influence of engineering factors on structure and properties of recovered polyethylene terephthalate was studied.

#### **ЩЕЛОЧНОЙ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЙ РЕЦИКЛИНГ СВИНЦА – РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ ПУТЬ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СВИНЦОМ БЕЛОРУССКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**В.В. Кузьмич, Б.Л. Кошпава, В.В. Кохановский**

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь

Проблема выделения свинца из вторичных ресурсов (так называемый рециклинг) является актуальной и необходимой, имеет важное экономическое и экологическое значение, так как направлена на переработку и утилизацию накопившегося в больших количествах дешевого свинцового сырья (преимущественно в виде отработанных аккумуляторных батарей) и уменьшение рассеяния экологически вредного тяжелого металла. Пирометаллургический метод, по которому перерабатывается около 80 % вторичного свинцового сырья, энергоемок и экологически опасен.

С целью устранения недостатков пирометаллургического метода в лаборатории «Энергосберегающих технологий, электрификации и

автоматизации» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства» проводятся исследования по рециклингу свинца путем электролитического извлечения. Этот метод более экономичен, чем пирометаллургический, и отличается высокой экологической чистотой.

В ходе проводимых исследований разработана технологическая схема извлечения свинца, выяснен состав и некоторые характеристики оборудования. Показано, что наиболее эффективным растворителем исходного сырья является водный раствор смеси щелочи с полигидроксосоединениями. В качестве полигидроксосоединений испытаны этилендиамин, дунатриевая соль этилендиаминтетраоксусной кислоты, глицерин, сахар, кормовая патока и выбран один из них, способствующий максимальному извлечению свинца в электролит. Установлены оптимальные концентрации компонентов растворителя и оптимальные режимы процессов растворения (температуры, времени непосредственного контакта сырья с растворителем) и электролиза (температуры, плотности тока).

Проводимые научно-технологические изыскания направлены на решение важных для Республики Беларусь задач в области ресурсосбережения и импортозамещения. Рациональная и экономичная переработка свинцового лома позволит получать свинец высокой чистоты и использовать его для получения отечественных аккумуляторов.

#### **THE ALKALINE ELECTROLYTIC RECYCLING OF LEAD IS RE- SOURCE-SAVING AND ENVIRONMENTALLY APPROPRIATE TECH- NOLOGY OF PROVIDING WITH LEAD OF INDUSTRY OF BELARUS**

**Abstract:** The pyrometallurgical and hydrometallurgical methods of lead recovering from battery scrap and importance and necessity of lead recycling for nonferrous metallurgy of the republic of Belarus are considered. Advantages of a hydrometallurgical method as the most economic and ecologically less dangerous are shown. Among hydrometallurgical methods the most acceptable is method of electrowinning lead from alkaline solutions. The most effective reagents are revealed. Optimum conditions for extraction of lead chemical compounds from row materials and electrowinning of metallic lead from alkaline solutions are established.

#### **ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДНО-**

**МАЗУТНЫХ ЭМУЛЬСИЙ И ПЕЧНОГО ТОПЛИВА С ОТХОДАМИ  
СПИРТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**В.В. Кузьмич, В.Г. Маркевич, Д.А. Тетеркин**

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по  
механизации сельского хозяйства» г. Минск, Республика Беларусь

Известно, что увеличение дисперсности водно-мазутной эмульсии способствует повышению скорости и эффективности сжигания топлива. Это в итоге позволяет экономить от 15 до 20% топлива. Кроме того, высокая дисперсность эмульсии оказывает положительное влияние на процесс горения топлива как на микроуровне (в пределах одной капли), так и на макроуровне (в пространстве топки).

В Научно-практическом центре Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства разработана технология и изготовлена опытная установка по производству водно-мазутной эмульсии. Принцип ее действия основывается на интенсивном высокоэнергетическом кавитационном воздействии на грубую смесь мазута и воды. В ходе предварительных испытаний были отобраны пробы полученной эмульсии с различным процентным содержанием воды. Результаты исследования проб показали, что водно-мазутная эмульсия, изготовленная из мазута М100 с содержанием воды 17%, соответствует требованиям, предъявляемым к чистому мазуту марки М100. Отмечено лишь незначительное снижение теплоты сгорания (на 3,5%), соответствующее заложенным в технических условиях требованиям. Хранение и перевозка водо-мазутных эмульсий осуществляется в тех же емкостях и при тех же условиях, что и товарного мазута, на основе которого приготовлена водо-топливная эмульсия.

В настоящее время проводится работа по утилизации отходов спиртового производства (сивушных масел) путем датирования ими печного топлива. Датирование печного топлива сивушными маслами позволит повысить теплотехнические показатели печного топлива и увеличить КПД котлов.

**THE TECHNOLOGY AND THE EQUIPMENT FOR RECEPTION WATER-BLACK OIL EMULSION AND OVEN FUEL WITH WASTE SPIRIT MANUFACTURES**

**Abstract:** The technology and skilled installation on manufacture water-black oil emulsion are developed. The principle of its action is based on intensive high-energy cavitation influence on a rough mix of black oil and water

Now the work on recycling waste spirit manufacture by dating of oven fuel is spent by them. Dating of oven fuel by fusel oils will allow to heating parameters of oven fuel and to increase efficiency of boilers.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В  
ПРОИЗВОДСТВЕ**

**ЛИЦЕВОГО КИРПИЧА**

**И.А. Левицкий, Е.О. Богдан**

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический  
университет», Минск, Республика Беларусь

На современном этапе, в связи с бурным развитием индивидуального малоэтажного строительства, повышается интерес к керамическим стеновым изделиям, в том числе к лицевому кирпичу, использование которого обеспечивает зданиям долговечность, комфортность и архитектурную выразительность. Для повышения качества продукции, наряду с технологическими и организационными мероприятиями, необходим поиск новых универсальных и эффективных добавок, способных не только расширить цветовую палитру, повысить уровень технико-эксплуатационных свойств материала, но и решить проблему ресурсосбережения.

В данной работе исследована возможность использования железосодержащих отходов гальванического производства для получения лицевого керамического кирпича объемного окрашивания.

Для исследования использовались составы масс на основы легкоплавкой полиминеральной глины месторождения «Заполье» (Витебская обл.) и гальваношамов различных машиностроительных и металлообрабатывающих предприятиях Беларуси (РУП «Минский тракторный завод», Гомельский НПО «Ратон», РУП «Гомельский станкостроительный завод им. Кирова»).

С целью исследования влияния гальванических отходов на технологические свойства масс, цветовые и физико-химические характеристики готовых изделий содержание вышеупомянутых шамов изменяли от 5 до 50% по массе с шагом 5%.

Опытные образцы получали методом полусухого прессования со шликерной подготовкой массы. Отформованные образцы подвергались сушке в сушильном шкафу с последующим обжигом при температурах 1000–1050°С с выдержкой при максимальной температуре 1 ч.

В ходе проведенных исследований получен лицевой кирпич широкой

палитры цветов: от светло-красно-коричневых до шоколадных с различными оттенками, яркостью и насыщенностью тона. Образцы, синтезированные при температуре 1050°C, характеризуется значениями водопоглощения в пределах 15,5–18,3%; кажущейся плотности – 1870–1980 кг/м<sup>3</sup>; механической прочности при сжатии – 29,2–32,6 МПа.

Таким образом, использование гальванических отходов в производстве стеновых материалов позволяет решать проблемы экологии и ресурсосбережения, а также создает возможность направленного регулирования свойств керамических масс и получения изделий с улучшенными физико-химическими свойствами.

#### USE OF GALVANIC WASTE IN MANUFACTURE OF FACE BRICK

**Abstract:** Compounds of ceramic volume colored masses on the basis of fusible clay and galvanic waste are developed. The developed ceramic masses may be recommended for manufacture of face brick.

#### ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ОЛОВЯННО-СВИНЦОВЫХ ПРИПОВ, СОДЕРЖАЩИХ ЗОЛОТО И СЕРЕБРО

Б.А.Гильденберг, Р.И.Карпович

НИИ ФХП БГУ, г. Минск, Республика Беларусь  
УП «Унидрагмет БГУ», Минск, Республика Беларусь

Использование экологически безопасного электрохимического способа переработки отходов оловянно-свинцовых припоев, содержащих драгоценные металлы (ДМ), ограничено низкими эксплуатационными характеристиками известных электролитов.

Целью данной работы явилась разработка состава оборотного электролита и режима электролиза для процесса электрохимического аффинирования оловянно-свинцовых припоев с извлечением ДМ в виде анодного шлама.

Электрохимические исследования проводили с использованием потенциометрического метода. Состав электролита контролировали методом титриметрии. Состав катодного осадка и анодного шлама изучали методом рентгенофлуоресцентного анализа.

Лучшие результаты получены для электролита на основе борфтористоводородной кислоты с суммарным содержанием ионов олова и свинца не более 15 г/л при соотношении  $C_{Sn}/C_{Pb}$  2,0-2,76, содержащего

органические добавки, с использованием специального режима перемешивания раствора и электрохимической регенерации электролита мембранным электролизом с нерастворимым анодом.

При переработке партий отходов припоев в количестве 2 т с содержанием Au 0,06-1,1%, Ag 0,15-1,38% получены следующие результаты: удельная нагрузка по току 3 а/дм<sup>2</sup>,  $V_a$  102%,  $V_k$  95-98%, выход анодного шлама до 7% от массы анодов. Концентрация ДМ в шламе 25%. Затраты электроэнергии составили 700 кВт/ч/т отходов. Катодный осадок получали в виде пластин размером 500\*110\*30 мм. Состав катодного осадка: Sn 10-62%, Pb 38-75%, суммарное содержание ДМ в катодном осадке не более  $1 \cdot 10^{-3}\%$ . В режиме регенерации электролита при катодной плотности тока 1а/дм<sup>2</sup> получены осадки с содержанием свинца 45-70%, олова 25-65%. Удельные энергозатраты при регенерации составили 900 кВт/т катодного осадка.

#### ELECTROCHEMICAL REFINING OF TIN SOLDER SCRAP CONTAINING GOLD AND SILVER

**Abstract:** The opportunity of electrochemical refining of tin solder scrap containing gold and silver is investigated. It is established, that the most comprehensible is the use of hydrofluoboric electrolytes with periodic electrochemical regeneration with cation-exchange membrane, anode inert, special mode mixing. The main parameters of anode polarization with tin solder scrap containing gold and silver in hydrofluoboric electrolytes are measured.

#### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТЕШЛАМОВ

Г.И. Журавский<sup>1</sup>, А.С. Матвейчук<sup>1</sup>, О.Г. Мартинов<sup>1</sup>, А.В. Романовский<sup>1</sup>, С.В. Каленик<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова» НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup> ОАО «Брестсельмаш», г. Брест, Республика Беларусь

В результате производственной деятельности при добыче, транспортировке и переработке нефти-сырца образуются нефтешламы, которые постоянно накапливаются.

Известные в настоящее время технологии их утилизации разделяются на следующие группы: термические (сжигание в открытых амбарах и печах, получение битуминозных остатков); механические (перемешивание и физическое разделение); химические (экстрагирование с помощью растворителей, отверждение с применением добавок); физико-химические

(применение специальных реагентов с последующей обработкой); биологические (микробиологическое разложение в почве непосредственно в местах хранения, биотермическое разложение).

В Институте тепло- и массообмена разработан новый технологический процесс, позволяющий перерабатывать широкий спектр нефтешламов. Его суть заключается в использовании перегретого водяного пара при невысоких давлениях для термического разложения высокомолекулярных соединений. Выполненные исследования показали принципиальную возможность и перспективность его использования для переработки различного рода нефтеотходов (нефтешламов) и производства из них аналогов топлив.

Предлагаемый технологический процесс соответствует лучшим известным аналогам, а по тепловой эффективности превосходит их за счет использования производимых горючих газов и части жидких углеводородов в качестве топлива.

Исследования экологических показателей технологического процесса и продуктов переработки отходов показали их соответствие установленным нормам.

Экономическая эффективность технологии обусловлена получением из низкосортного сырья (нефтешламов) топливно-энергетических и сырьевых ресурсов, стоимость которых в последнее время неуклонно растет.

На новые технические решения оформлены материалы заявок на изобретения.

#### **TECHNOLOGICAL PROCESS OF PROCESSING PETROCONTAINING WASTE**

**Abstract:** New technological process of thermal processing of a wide spectrum of petrocontaining waste with reception of fuel resources is developed. This technology is based on the laws of the physical and chemical processes proceeding at thermal processing of organic materials in overheated environment of water pair. Power and ecological parameters of technological process are surpassed by the best world analogues.

#### **МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОБВЯЗОЧНЫХ ЛЕНТ ИЗ ВТОРИЧНОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА** **А.А. Колос, В.С. Кот, А.Л. Наркевич**

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск,  
Республика Беларусь

Полипропиленовые обвязочные ленты, получаемые ориентационной вытяжкой из расплава, используются в различных отраслях экономики. Эти ленты относятся к изделиям одноразового использования. Цель данной работы – получение ресурсосберегающего эффекта за счет использования лент из вторичного полипропилена.

Ленты получали из полипропилена вторичного в соответствии с конструктивно-технологическими параметрами, изложенными в работе М.Г. Таврогинской и др. (ПОЛИКОМТРИБ-2007: Тезисы докладов международной научно-технической конференции, Гомель, 2007, с. 190-191). Показатель текучести расплава, найденный при стандартных условиях, лежит в диапазоне 5-6 г/10мин, коэффициент вариации до 8%. Методом дисперсионного анализа показана однородность данного показателя в пробах, взятых из различных мест и единиц упаковки.

При возможных температурах эксплуатации лент от 20 до 80°C строили диаграммы растяжения, по которым находили модуль упругости и разрушающее напряжение. Показатели вязкоупругих свойств – параметры линейно-вязкого тела Кельвина – определяли по кривым кратковременной ползучести при растяжении. Установлено, что модуль упругости (4,8 ГПа) и разрушающее напряжение при растяжении (325 МПа) лент, полученных из вторичного полипропилена, не уступают характеристикам лент из первичного полипропилена. Коэффициент вариации прочности менее 15 %. Значения мгновенного и длительного модулей и времени релаксации, в т.ч. при 80°C, позволяют использовать полученные ленты наряду с лентами из первичного полипропилена.

Благодаря использованию вторичного полимера стоимость лент значительно меньше. Таким образом, достигается ресурсосберегающий и экономический эффект.

Работа выполнена в соответствии с заданием 1.79 ГНТП «Ресурсосбережение-2010».

## **MECHANICAL PROPERTIES OF STRAPPING TAPES FROM SECONDARY POLYPROPYLENE**

**Abstract:** The elasticity, strength and viscoelastic properties of tapes from secondary polypropylene at temperature from 20 until 80 °C are estimated. The resources-saving and economical effect of tapes using from secondary polymer are estimated.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ СТАДИИ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАННЫХ ВАНАДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ**

**И.И. Курило, С.Е. Орехова, И.М. Жарский, И.Л. Жукова, А.Ф. Мазец**

УО «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Отсутствие в Республике Беларусь производств по утилизации отработанных ванадиевых катализаторов (ОВК), высокая стоимость их основных компонентов обуславливают необходимость разработки высокоэффективных ресурсосберегающих технологий переработки ОВК. Целью наших исследований была оптимизация стадии гидрометаллургического выщелачивания соединений ванадия.

В процессе исследований методом сканирующей электронной микроскопии установлен элементный состав ОВК. Определено влияние рН электролита, температурного и гидродинамического режимов на скорость и степень извлечения ванадийсодержащих компонентов из ОВК. На основании полученных данных предложено двухстадийное выщелачивание соединений ванадия из ОВК. Установлено, что на первой стадии выщелачивания целесообразно использовать водные растворы с рН 7.

Определено оптимальное соотношение между твердой и жидкой фазами (Т:Ж), которое для образцов с удельной поверхностью 40 м<sup>2</sup>/г при температуре 20–25 °С составляет Т:Ж = 1:(5–6). На первой стадии извлекается 85–87 мас. % соединений ванадия.

Изучена растворимость V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и степень извлечения водорастворимых компонентов ОВК из растворов, содержащих ионы SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>2-</sup>, C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>, N<sub>2</sub>H<sub>5</sub><sup>+</sup> (0,01–1,00 моль/л) и природные целлюлозосодержащие материалы, в качестве восстановителей.

С целью определения кинетических особенностей и механизма процессов восстановительного выщелачивания в кислой среде изучено

электрохимическое поведение окислительно-восстановительных систем на основе соединений ванадия методами хроновольтамперометрии. Установлена взаимосвязь между составом электролита и устойчивостью различных валентных форм ванадия в изучаемых окислительно-восстановительных системах. Из полученных данных следует, что на второй стадии наиболее целесообразно проводить восстановительное выщелачивание с применением растворов, содержащих C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>, N<sub>2</sub>H<sub>5</sub><sup>+</sup>. Использование указанных восстановителей позволяет извлекать не менее 8,5% от оставшегося в носителе ванадия.

Использование двухстадийной схемы выщелачивания соединений ванадия из ОВК позволяет достигать высокой степени извлечения ванадия, составляющей более 93,5%.

## **RECUPERATION STAGE OPTIMIZATION OF REPROCESSING OF THE FULFILLED VANADIC CATALYSTS**

**Abstract:** the method of electronic scanning microscopy is used to define certain element structure of the fulfilled vanadic catalysts (FVC). The influence of electrolyte composition, pH, temperature and hydrodynamical modes on speed and recuperation degree of vanadium connections are studied. The electrochemical feature of Red-Ox system on the base of vanadium connections in acid solutions are investigated. The scheme stage-by-stage recuperation of FVC are developed. The technological modes of stages are optimized.

## **ПАРО-ПЛАЗМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОПАСНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ**

**С.В. Петров, В.Н. Коржик, Г.С. Маринский, А.В. Чернец, В.В. Попов, А.И. Демьянов**

Институт электросварки им. Е.О.Патона Национальной академии наук Украины, г. Киев, Украина

Плазменные технологии и оборудование, широко применяемые в металлургии, сварке и нанесении конструкционных и функциональных покрытий, в настоящее время находят все новые и новые области своего использования а именно:

Защита окружающей среды и переработка опасных, в том числе, что очень актуально, органических отходов;

Создание новых альтернативных методов получения различного типа энергоносителей.

Среди твердых опасных отходов, постоянно образующихся в несметных количествах, значительную долю составляют органические вещества (пластиковая посуда и изделия, медицинские отходы, автомобильные шины и пр. Кроме того, существует серьезная проблема утилизации жидких органосодержащих отходов с большими концентрациями органической или углеродсодержащей компоненты. Применяемые в настоящее время технологии очистки таких отходов, с одной стороны, не обеспечивают нормативов по предельно допустимым содержаниям вредных веществ и, с другой стороны, ввиду дороговизны существенно увеличивают себестоимость производимой продукции.

Для утилизации вышеописанных типов отходов разработаны два процесса, основанные на использовании дуговой плазмы в качестве источника нагрева для высокотемпературной газификации их органической или углеродсодержащей компоненты. Плазмообразующим газом в таких процессах является водяной пар.

*В первом случае* паро-плазменное оборудование для переработки опасных твердых органосодержащих отходов включает паро-плазменный реактор с механизмами загрузки и подачи отходов, выгрузки шлаков, плазменную установку с паровым плазмотроном, специализированным источником электропитания мощностью 100-200 кВт, систему охлаждения и очистки выходящих газов, систему компьютерного управления и контроля, блок утилизации синтетического энергоносителя.

*Во втором случае* паро-плазменный процесс для переработки жидких отходов основан на прокачивании водо-органической суспензии через разряд электродуговой плазмы. Электроды, между которыми происходит дуговой разряд, находятся внутри реактора, т.е. они погружены в жидкость

Авторами разработан реактор модульного типа (установка ПЛАЗЕР 201) мощностью 50 – 100 – 150 кВт для переработки водных органосодержащих суспензий с получением синтез-газа с улучшенными свойствами.

#### **STEAM-PLASMA TECHNOLOGY OF PROCESSING OF DANGEROUS ORGANIC WASTE PRODUCTS**

**Abstract:** Authors develop a reactor of modular type by capacity 50 - 100 - 150 kw for processing water organocomprising suspensions with reception of synthesis - gas with the improved properties

#### **ОЧИСТКА ОТХОДОВ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РАДИАЦИОННЫМ МЕТОДОМ В.И.Попечниц**

Научно-исследовательское учреждение «Институт прикладных физических проблем им. А.Н.Севченко» Белгосуниверситета, г. Минск, Республика Беларусь

Исследованы возможности применения радиационного метода для очистки и обезвреживания сточных вод, образующихся в текстильной промышленности в процессе окрашивания тканей органическими красителями.

Для этого изучено влияние гамма-излучения на водные растворы ряда широко применяемых в текстильной промышленности органических красителей. Определены скорости и механизмы радиационной деструкции красителей различных классов в водных растворах. Растворы красителей в специальных кюветах облучались на гамма установке «МРХg-25М», в которой в качестве источника гамма-излучения используется  $^{60}\text{Co}$ . Мощность экспозиционной дозы облучения составляла 0,63 Гр/с. Непосредственно после облучения записывались на спектрофотометре PV 1251 «Solar» электронно-колебательные спектры поглощения облученных в течение различного времени растворов. Оптическая плотность в максимуме длинноволновой полосы поглощения свежеприготовленных необлученных водных растворов красителей составляла 1,5 – 2,2.

Проведенные исследования показали, что необратимая радиационная деструкция красителей в водных и водно-спиртовых растворах происходит в результате взаимодействия молекул красителей с обладающими большой окислительной способностью кислородсодержащими радикалами и ион-радикалами, образующимися в результате радиолиза растворителя. Увеличению скорости радиационной деструкции красителей способствует повышение температуры и аэрация (насыщение кислородом) раствора. Определены характерные величины радиационных доз, необходимых для полубесцвечивания водных растворов ряда красителей. При комнатной температуре они имеют следующие значения (в Гр $\cdot 10^{-2}$ ): метиленовый голубой (3,3), малахитовый зеленый (2,3), кислотный ярко-голубой 3 (2,5), кислотный алый (4,1), кислотный зеленый антрахиноновый H2C (2,5), флуоресцеин (2,7), бриллиантовый зеленый (6,3), фуксин (11), конго красный (4,5), родамин-6Ж (5,6), родамин С (2,2), трипафлавин (5,7), эозин (8,6).

Полученные результаты показали, что гамма-облучение сточных вод, содержащих органические красители различных классов (ксантеновые,

акридиновые, антрахиноновые, кислотные, ариламиновые и др.), является достаточно эффективным методом их обесцвечивания и очистки. Скорость очистки возрастает при увеличении мощности радиационной дозы и при насыщении водных растворов кислородом.

#### **CLEARANCE OF TEXTILE INDUSTRY WASTES BY RADIATION METHOD**

**Abstract:** It is shown gamma-irradiation is an effective method of a clearance of waters with organic dyes.

#### **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ**

**А.Д. Селезнев, А.Ф. Шведко, М.К. Папенюк**

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь

В процессе производства и переработки продукции животноводства образуется много отходов: цельные туши павших и вынужденно забитых животных и птицы, отходы от их уоя и переработки.

Отходы животноводства являются ценным высокобелковым кормом для моногастричных животных и птицы. Однако без соответствующей обработки скармливать их опасно из-за потенциальной возможности наличия в них возбудителей различных заболеваний, которые могли находиться у павших или вынужденно забитых животных, или появиться во время хранения отходов.

В основе новой технологии по переработке отходов животноводства лежит экструдирование смеси отходов с растительными компонентами (зерно, отруби, шрота и др.). Во время «сухой» экструзии отходы животноводства подвергаются кратковременному (до 30 секунд) воздействию высокой температуры (до 175 °С) при давлении до 40 атм. Кратковременная температурная обработка оказывает минимальное воздействие на качество белка, разрушая в нем только вторичные связи, не разрушая аминокислот (переваримость протеина составляет 90 %, усвояемость лизина – до 88 %), инактивирует антипитательные факторы, уничтожает или подавляет до приемлемого уровня токсины бактерий, грибков и плесеней. В результате получается стерильный, обеззараженный корм. За 30 секунд пребывания сырья в экструдере содержание влаги понижается до 50 % (от исходной), высокая

температура и давление нейтрализуют действие ферментов, содержащихся в отходах, что способствует значительному увеличению сроков хранения готовой продукции. Белковый корм из смеси отходов животноводства и наполнителя используется в рационах животных и птицы в составе комбикорма.

#### **RESOURCE-SAVING TECHNOLOGY THE OF RECLAMATION WASTE**

**Abstract:** In a basis of new technology on processing waste of animal industries lays extrusion a material. Sharp pressure difference at an output extruded article from a trunk extrusion machine, leads to break cell wall, including cell wall of microorganisms, fungi and mustiness. During «dry» extrusion waste of animal industries are exposed short-term (till 30 seconds) to influence of a heat (up to 175°C), at pressure up to 40 atm., and also to friction in the damp environment. Short-term temperature processing renders the minimal influence on quality of fiber, destroying in him only secondary communications, not destroying amino acids (assimilation a protein makes 90 %, lysine comprehensibility up to 88 %), inactivation antinutritious factors, destroys or suppresses up to a comprehensible level toxins of bacteria, fungi and mustiness. Sterile, the disinfected forage As a result turns out. For 30 seconds of stay of raw material in extrusion machine moisture content goes down to 50 % (from initial), the heat and pressure will neutralize action of the enzymes containing in waste that promotes substantial growth of periods of storage of finished goods.

#### **ПЕРЕРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ, ОТСЛУЖИВШИХ СРОК ЭКСПЛУАТАЦИИ, А ТАКЖЕ НЕКОНДИЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ** **Скрипник В.П.**

Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купаль», г.Гродно, Республика Беларусь

Одним из важнейших резервов экономии материальных и энергетических ресурсов в области строительной индустрии является вовлечение в среду производства на предприятиях сборного железобетона и строительных площадках отходов в виде некондиционного бетона и железобетона.

Решение этой проблемы позволит обеспечить внедрение важнейшего принципа безотходности технологического процесса и создать условия:

- переработки и использования бетонных и железобетонных изделий, отслуживших срок эксплуатации, а также некондиционных изделий;
- повторного вовлечения в производство металлических арматуры и закладных деталей;

–получения вяжущих и заполнителей в 3-5 раз ниже стоимости традиционных технологий;

–достижения высокого показателя экологической характеристики.

Поисковая работа по данной проблеме дала положительные результаты и получены авторские свидетельства: № 1192296, № 1400025, №1406994, №1692099, все для служебного пользования.

Для решения проблемы комплексной технологии переработки бетонного и железобетонного лома, состава оборудования, а также определения областей рационального применения продуктов переработки необходимо включить в тематический план АН республики Беларусь тему: «Переработка и использование бетонных и железобетонных изделий отслуживших срок эксплуатации, а также некондиционных изделий».

Для решения проблемы утилизации бетонного лома и вовлечение его в народное хозяйство Республики Беларусь необходимо систематизированное накопление бетонного лома. Для этого первостепенной задачей является планирование и строительство централизованных площадок дифференцированного накопления легких и тяжелых бетонов в республике. Исполнение проектных работ по данной проблеме поручить ведущим институтам республики.

Гродненский государственный университет им. Я. Купалы располагает профессорско-преподавательским составом для решения НИР по вышеназванной проблеме.

#### **PROCESSING AND USE OF THE CONCRETE AND FERRO-CONCRETE PRODUCTS WHICH HAVE SERVED TERM OF OPERATION, AND ALSO SUB-STANDARD PRODUCTS**

**Abstract:** One of the major reserves of economy material and power resources in the field of the building industry is involving on Wednesday of manufacture at the enterprises of precast concrete and building sites of waste products as sub-standard concrete and ferro-concrete.

#### **ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ СИЛУМИНОВ ИЗ ВТОРИЧНЫХ AL- СПЛАВОВ**

**В.Ю. Стеценко, Е.И. Марукович**

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

Задачей настоящей работы являлась разработка новой, экологически чистой высокопроизводительной технологии литья слитков из алюминиевых сплавов с высокодисперсной микроструктурой. Для этого были спроектированы и созданы специальные струйный кристаллизатор и система затопленно-струйного вторичного охлаждения. Они обеспечивают повышенную скорость кристаллизации слитка для получения высокодисперсной микроструктуры, что позволяет отказаться от использования экологически небезопасных модифицирующих флюсов и лигатур. Их отсутствие и высокая дисперсность структуры позволяют существенно снизить брак слитков по газоусадочной пористости и избежать эффекта перемодифицирования. Новая технология основана на непрерывном горизонтальном литье (НГЛ). Для проведения исследований создана опытно-промышленная установка. Установлено, что при НГЛ слитков диаметром 40 мм из сплава АК12 в струйный кристаллизатор с использованием закалочного струйного вторичного охлаждения размеры кристаллов эвтектического кремния составили 3...6 мкм, а толщины дендритов б-фазы – 6...11 мкм. При этом модификаторы не применяли. Новая технология НГЛ слитков диаметром 50 мм из сплава АК18, выплавленного из вторичных шихтовых материалов, позволила измельчить, без применения модификаторов, кристаллы первичного и эвтектического кремния до размеров 25 мкм и 4 мкм соответственно. При этом, по сравнению с обычным литьем, брак отливок по газоусадочной пористости уменьшился в 5...7 раз и значительно увеличилась однородность микроструктуры по сечению слитка.

Таким образом, разработанная технология позволяет: отказаться от экологически небезопасных и газонасыщенных модификаторов, переработать шихту на основе вторичных материалов в слитки с высокодисперсной микроструктурой, значительно повысить производительность литья, существенно снизить брак по газоусадочной пористости, устранить эффект перемодифицирования, повысить структурную однородность получаемых заготовок.

### **ECOLOGICALLY CLEAN TECHNOLOGY OF RECEPTION HIGH-QUALITY SILUMINS FROM SECONDARY AL-ALLOYS**

**Abstract:** It is presented the technology of continuous horizontal casting of aluminum alloys with use of a jet crystallizer with jet- submerged secondary cooling. The new technology allows: to be refused from modifying agents, it is essential to raise productivity of moulding, to process mix material on the basis of secondary materials in bullions with fine a microstructure, to raise structural uniformity of received stock materials.

### **ПРОБИРНО-СПЕКТРАЛЬНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ**

**М.Я. Таразевич, И.Д. Макута, Л.Ф. Кисель, И.В. Качанович**

НИИ ФХП БГУ, г. Минск, Республика Беларусь  
УП «Унидрагмет БГУ», г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время в Республике Беларусь не существует аттестованных методик определения содержания золота, серебра и металлов платиновой группы при совместном присутствии в концентрационном диапазоне  $10^{-4}$ -10<sup>0</sup>% масс. Проблема получения достоверной информации о содержании драгоценных металлов (ДМ) в таких концентрациях актуальна для организаций, занимающихся сбором и переработкой лома и отходов, содержащих ДМ, предприятий электронной, химической и нефтехимической промышленности.

Цель работы – разработка методик количественного определения содержания золота, серебра и металлов платиновой группы при совместном присутствии в отходах различных видов (электронный лом, отходы катализаторов, шамот).

Измерения проводились на объектах, предварительно подвергнутых измельчению до размера частиц менее 0,075 мм и прокаливанию при температуре 300-850 °С. В качестве средства измерения использовали атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой «Liberty Series RL» (ИСП-спектрометр). Для установления метрологических характеристик методик использовали аттестованные смеси состава электронного лома и отработанных катализаторов.

Метод измерения основан на определении концентрации ДМ в растворе при помощи атомно-эмиссионного с индуктивно-связанной плазмой анализа. Раствор ДМ получают путем растворения медного сплава либо королька, полученного в результате коллектирования ДМ медью (свинцом) в процессе

коллекторной плавки.

В результате детального изучения влияния различных факторов (состав шихты, температурный режим плавки, масса присадки ДМ, условия растворения королька либо сплава, режимы выполнения измерений на ИСП-спектрометре) выбраны оптимальные условия выполнения измерений. Проведено определение метрологических характеристик разработанной методики выполнения измерений. Относительная погрешность определения золота, серебра, палладия и платины в концентрационном диапазоне  $4 \cdot 10^{-4}$  – 2% масс. не превышает 9% отн. Результаты определения ДМ с использованием разработанных методик хорошо согласуются с результатами, полученными аналитическими лабораториями ведущих предприятий-переработчиков ДМ стран Европейского Союза и Российской Федерации.

### **FIRE ASSAY DETERMINATION THE CONTENT OF PRECIOUS METALS**

**Abstract:** The method of fire assay determination the content of precious metals is developed. Identified and described metrological characteristics of the proposed method.

### **ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ СМЕСЕЙ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИОЛЕФИНОВ И МАЛЫХ ДОБАВОК ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТРУБНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПОВЫШЕННЫМИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ**

**В.В. Тимошенко<sup>1</sup>, С.Г. Кудян<sup>2</sup>, В.М. Шаповалов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси, г.Гомель, Республика Беларусь

<sup>2</sup>РУП СКТБ «Металлополимер» НАН Беларуси г. Гомель, Республика Беларусь

В работе исследованы физико-механические свойства материалов на основе высокодисперсных наполнителей и смесей вторичных полиолефинов. В качестве наполнителей использовали: высокодисперсный осажденный диоксид кремния с размером частиц 100 нм - 3 мкм, отходы стекольного производства с размером частиц 300 нм – 3 мкм, бетонит с размером частиц 500 нм – 3 мкм, отходы металлургического производства с размером частиц 1-2 мкм. Содержание наполнителя варьировалось от 0,1 до 6,0 масс %. В качестве полимерной матрицы использовали отходы ПЭНД и ПЭВД. В качестве технологической добавки использовали сажу в количестве 0,3 масс %. Образцы

изготавливали на экструзиографе «НААКЕ». Исследование физико-механических показателей проводили на комплексе «INSTRON» по стандартной методике.

Установлено, что при введении в смесь ПЭНД и ПЭВД высокодисперсных наполнителей в количестве 1,5-3,0 масс. % наблюдается возрастание прочности при растяжении от 33 % до 200 %. При этом обеспечивается снижение деформации композитов (относительного удлинения) до 75 %, и возрастание их модуля упругости до 200 %. Это связано с тем, что при введении наполнителя в пределах 1,5-3,0 масс. % обеспечивается формирование однородной сферолитной структуры. Частицы располагаясь на границах раздела фаз обеспечивают усиление адгезионного взаимодействия в системе «полимер-полимер». Напряжения сдвига в процессе экструзионной переработки, способствуют более равномерному распределению частиц в объеме и соответственно формированию более однородной структуры материала. Одновременно с этим частицы наполнителя располагаются в местах скопления дефектов, оказывая усиливающее действие на материал.

Показано, что увеличение содержания наполнителей > 3 масс. % в композите приводит к снижению его физико-механических свойств, что обусловлено увеличением количества центров кристаллизации и агломерацией частиц наполнителя в расплаве полимера. Присутствие в материале крупных агломератов способствует формированию в нем обширных дефектных областей.

Таким образом, показана эффективность применения в смесях вторичных полиолефинов малых добавок высокодисперсных наполнителей, обеспечивающих получение композиционных материалов с повышенным уровнем эксплуатационных свойств. В РУП СКТБ «Металлополимер» произведена апробация разработанных композитов на опытной технологической линии по производству трубных изделий.

#### **POLYMER COMPOSITS BASED ON MIXTURES OF SECONDARY POLYOLEFINS AND SMALL ADDITIONS OF HIGH-DISPERSED FILLERS FOR PIPE COMPONENTS WITH IMPROVED PHYSIC-MECHANICAL PROPERTIES**

**Abstract:** Physic-mechanical properties of materials based on high-dispersed fillers and secondary polyolefin mixtures have been studied. The developed composites have been tested on a pilot process line for production of pipe components.

#### **ОБВЯЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ТЕРМОПЛАСТОВ**

**Шаповалов В.М.<sup>1</sup> Таврогинская М.Г.<sup>1</sup>, Кот В.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси, г.Гомель, Беларусь

<sup>2</sup>УП «Белвнешпродукт», п.Самохваловичи, г.Минск, Беларусь

Наиболее перспективным направлением переработки отходов полипропилена (ПП) и полиэтилентерефталата (ПЭТФ) является создание смесевых композиций на их основе. Главными преимуществами этого направления являются простота и доступность метода (возможность его реализации на серийном экструзионно-грануляционном оборудовании, возможность быстрого перехода от лабораторных испытаний к промышленному производству материалов, обеспеченность предприятия УП «Белвнешпродукт» в технологическом оборудовании для получения обвязочных материалов из полученных композиций).

Отработаны рецептурные составы обвязочного материала на основе отходов полипропилена и полиэтилентерефталата и проведены лабораторные испытания экспериментальных образцов обвязочного материала.

Показано, что увеличение содержания поликарбоната (ПК) (до 10 мас.%) в смеси ПЭТФ/ПК способствует повышению механической прочности и улучшению оптической прозрачности получаемого композита. В то же время динамика разрушения носит ярко выраженный хрупкий характер, что свидетельствует о возможности формирования материала с дефектной структурой. Установлено, что использование в композиции ПП увеличивает стойкость материала к образованию трещин и расслоению, что в свою очередь улучшает перерабатываемость смеси. Введение ПЭ в композит повышает ПТР расплава. В результате исследований установлено, что эффективность модификаторов наблюдается при содержании СЭВ в пределах 3-5 мас.%. Таким образом, полученные предварительные данные свидетельствуют о том, что модифицирование способствует стабилизации технологического процесса экструзии, улучшает совместимость смесей ПЭТФ/ПК, ПЭТФ/ПЭ, ПЭТФ/ПЭ/ПП, и повышает стойкость материала к расслоению.

Установлено, что при повторной переработке ПЭТФ возрастает вероятность его окисления, предопределяя необходимость стабилизации измельченных отходов ПЭТФ или смесей на его основе. Показано, что введение в такие материалы антиоксидантов аминного или фенольного типов повышает их устойчивость к высоким температурам. При этом применение в композите вышеуказанных антиоксидантов в комплексе представляется более

эффективным по сравнению с использованием только антиоксидантов индивидуально.

В результате проведенных исследований установлено, что при введении диоксида титана ( $\text{TiO}_2$ ) в количестве 0,1 мас.% в отходы ПП и ПЭТФ создается эффект белизны и непрозрачности, обеспечивается яркость окраски обвязочного материала. Частицы дисперсии  $\text{TiO}_2$ , добавленные в объем полимера или в поверхностный слой, эффективно рассеивают видимое излучение, что приводит к непрозрачности полимера, а также поглощают УФ, защищая полимер от фотодеструкции.

При получении обвязочного материала из отходов наблюдался перепад скоростей на выходе полимера из формующей головки, что приводило к образованию большого количества микроразрывов расплава, к появлению мутности, снижению блеска и физико-механических показателей. Для стабилизации процесса экструзии и повышению качества поверхности изделия вводили процессинговую добавку. Введение 0,05% добавки снизило давление в головке экструдера, что позволило повысить производительность процесса получения обвязочного материала на 15 - 20%. Применение добавки улучшило также распределение  $\text{TiO}_2$  в полимерной матрице и повысило физико-механические характеристики, за счет уменьшения количества поверхностных дефектов вследствие снижения сдвиговых напряжений на выходе полипропилена из формующей головки.

#### **SHARP BASED ON TERMOPLAST WASTES**

**Abstract:** Formulations for strap materials based on PP and PETP have been obtained and laboratory testing of experimental samples has been conducted.

## **СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ**

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕАКТОПЛАСТОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АБРАЗИВНОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА Н.А. Антанович**

НПЧУП «Институт горной автоматики», г. Солигорск, Республика Беларусь

Постоянный рост требований к качеству поверхностей трения деталей машин, необходимость применения новых высокопрочных материалов и стремление к повышению производительности процесса их обработки обуславливают актуальность проблемы совершенствования материалов для изготовления абразивного инструмента.

Цель исследования является разработка износостойких абразивосодержащих композиционных материалов на основе анализа особенностей напряженно-деформированного состояния и температурных полей в зоне фрикционного контакта.

В качестве связующего при их изготовлении выбраны полимерные материалы, различающиеся химическим строением и физико-механическими характеристиками. Фенольные, эпоксидные и кремнийорганические смолы отверждались и термообработывались по существующим технологиям.

Для измерения температуры в зоне резания применялся многоэлементный фотодиод ФД-268, измерительные элементы которого установлены на сосуд Дьюара, содержащий жидкий азот. Триботехнические испытания абразивосодержащих композитов проводились на машине трения МИ-1М по схеме вал-частичный вкладыш и установке торцевого трения УТТ-1. Исследование газовой выделения из поверхностного слоя частиц абразива осуществлялись методом пиролитической масс-спектрометрии. Исследования полимеров на растяжение, изгиб, сжатие проводились на разрывной машине Р-5 ИР-5047, на ударную вязкость – на копровой машине МК-3. Обработка результатов исследований выполнялись с использованием соответствующего программного обеспечения на ЭВМ.

Наиболее широкое применение нашли шлифовальные круги, выполненные из композиции на основе фенолоформальдегидной смолы. Круги из разработанной композиции применяются для шлифования на круглошлифовальном станке ЗН151 наружной поверхности защитной втулки грунтовых насосов типа 5ГР-8, 8ГР-8, 10ГРТ, 12ГРТ, эксплуатирующихся в шахтах РУП «ПО «Беларуськалий».

Эксплуатационные испытания показали, что долговечность

шлифовальных кругов из разработанного абразивсодержащего композита на основе фенолоформальдегидной смолы выше в 1,4-1,7 раза.

#### **USE OF THERMOSETTING PLASTIC FOR PRODUCTION ABRASIVE TOOLPIECE**

**Abstract:** In-process this the possibility of the use of reaktoplastov for production of abrasive toolpiece. The methods of researches are considered and actuality of application of the developed abrazyvsoderzhaschykh composition materials is indicated in production.

#### **КОМПЬЮТЕРНАЯ МЕТОДИКА ВЫБОРА ПЛОЩАДОК РАСПОЛОЖЕНИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК С УЧЕТОМ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕЛЬЕФА И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

**А.А. Андрижиевский, А.Г. Лукашевич, Э.А. Михальчева,  
А.Г. Трифонов**

«Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны»,  
г. Минск, Республика Беларусь

В работе представлена методология выбора перспективных площадок для расположения ветроэнергетических установок. Методология включает пространственную оцифровку географических карт, а также влияние сложного рельефа местности, искусственных препятствий и шероховатости поверхности земли на формирование ветрового климата в исследуемом регионе. Представленная методология оценивает как среднюю энергию ветра в достаточно большом регионе, так и предсказывает среднее годовое производство энергии определенной ветротурбины, расположенной на определенной площадке местности.

Процедуры и уравнения, используемые в работе для вычисления средней выработки энергии ветроэнергетической установкой (ВЭУ) используют функцию плотности ветрового потока, определяемую или измерением, или специальной процедурой. Реальная кривая мощности хорошо аппроксимируется линейной функцией с несколькими узлами.

В работе определен ветровой климат конкретного региона Брестской области; вычислена зависимость средней скорости и удельной мощности ветрового потока от высоты ротора и параметров шероховатости поверхности для различных значений шероховатостей и значений высоты над поверхностью земли; а также дана оценка характеристик ветропотенциала для 5 выбранных

площадок размещения ВЭУ.

Для повышения эффективности строительства и использования ветроэнергетических установок необходимо предварительная точная оценка ветрового климата в предполагаемом районе размещения ВЭУ и определение ветропотенциала с учетом влияния сложного рельефа местности, искусственных препятствий и шероховатости поверхности земли.

#### **COMPUTER-BASED TECHNIQUE FOR A CHOICE OF WIND-DRIVEN POWERPLANT SITES TAKING INTO ACCOUNT OF RELIEF AND INCOMPLETE METEOROLOGICAL DATA**

**Abstract:** This paper presents the methodology for a choice of perspective wind turbine sites allocation. The methodology includes spatial digitizing of geographical map taking into account complicated relief, artificial obstacles and surface roughness. Incomplete meteorological data obtained from anemometer stations near village Boyary-2 (Brest district) are used for prediction of regional wind climate and estimation of wind potential.

#### **МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ВЫБРОСОВ В ВОДНЫХ СИСТЕМАХ**

**А.А. Андрижиевский, А.Г. Лукашевич, Э.А. Михальчева,  
А.Г. Трифонов**

«Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны»,  
г. Минск, Республика Беларусь

В работе представлена методология пространственного моделирования тепловых сбросов систем охлаждения энергетических установок в водные системы, включая вычисления полей скоростей, давления и температуры для жидкой среды, и описание процесса тепломассообмена на межфазной границе. Для устойчивости решения в случае сложной формы расчетной области была применена методика с использованием искусственной вязкости.

Представленная модель показала положительный эффект конвективной плавучести теплового пятна сброса систем охлаждения энергетических установок, распространяющегося по поверхности воды. Чтобы минимизировать негативное воздействие теплового сброса, сливные трубы должны размещаться вблизи водной поверхности, а заборные трубы должны быть расположены по возможности ближе к донной области. Тепловой факел при этом вертикально стратифицирован, с относительно большой поверхностной областью и относительно малой областью контакта с донной

поверхностью. Преимущество этого подхода состоит в том, что максимизируется теплообмен с атмосферой и живущие на дне организмы меньше подвергаются критическому воздействию высокой температуры. Дальнейшие усилия должны быть направлены на исследования чувствительности водных организмов к изменению теплового режима. Одним из приложений может быть исследование влияния тепловых сбросов на функционирование конкретных промышленных объектов.

Расчетные эксперименты обсуждаются для нестационарного трехмерного моделирования теплового сброса в проточные и непроточные водные объекты. Описанная методология полезна для оценки экологического воздействия тепловых сбросов систем охлаждения энергетических объектов.

#### **MODELING OF HEAT DISCHARGE SPREADING IN WATER SYSTEMS**

**Abstract:** This paper is dedicated to spatial modeling of thermal waste heat water discharge, including dynamics of velocity, pressure and temperature fields for liquid medium, and processes of heat-mass exchange at the air-water border. The methodology of stable calculation for complicated shape of calculated domain on a base of artificial viscosity was applied. Described methodology is useful for environmental impact assessment of waste heat discharge from power plant cooling systems into water basin.

#### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПЕНОСТЕКЛА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕНОСИТАЛЛА**

**В.В. Аргамонов, Ю.А. Алексеенко, А.А. Бойко, Я.О. Шабловский**

УО «Гомельский государственный университет имени П.О. Сухого», г.Гомель, Республика Беларусь

При производстве строительного пеностекла из стеклобоя и стеклогранулята образуется большое количество отходов, связанных с формированием пеноблоков (обрезки, крошка, пыль). В докладе приводятся результаты исследования и описание методики переработки отходов в теплоизолирующие материалы специального назначения для металлургии и теплотехники. В ходе работы проведены эксперименты по дроблению, квалифицированию, рассеиванию промышленных отходов по фракциям. В качестве исходного сырья использовались углеродсодержащие обрезки, куски отбракованных пеноблоков производства ОАО «Гомельстекло». Разработана новая методика получения теплозащитного материала и формирования изделий

из него с использованием неорганических связующих. Определены условия формирования заготовок методом полусухого прессования, установлены режимы термообработки, в результате получены образцы вспененного материала (пеноситалла) с размерами пор от 200 мкм до 2 мм в зависимости от температуры спекания и процентного содержания связующего. Изготовлены теплоизолирующие несмачиваемые металлическими расплавами изделия для литья алюминия и его сплавов с использованием композиционных градиентных материалов (тигли, лотки). В качестве основы изделия используется пеноситалл, на поверхность которого методом холодного отверждения наносится термостойкое покрытие из волластонитовых волокон и неорганического наноструктурированного связующего, что обеспечивает требуемые характеристики изделия. В процессе получения покрытия использовался волластонит различных марок.

Методами рентгенофазового анализа (РФА), атомно-силовой микроскопии (АСМ), оптической микроскопии, элементного микроанализа изучена структура, фазовый состав и морфология образцов материалов. Установлено, что пеноситалл представляет собой композит, основой которого является натрийборосиликатное стекло, в массе которого равномерно распределены поры квазисферической формы, а в стенках пор находятся кристаллические фазы, представляющие собой кристобалит и кварц.

В результате исследований разработана методика получения нового композиционного материала на основе отходов пеностекла, определены перспективы его применения.

#### **USE OF WASTE PRODUCTS FOAMGLASS FOR RECEIVING FOAM GLASS-CERAMICS**

**Abstract:** As a result of researches the technique of reception of a new composite material based on the foamglass waste products is developed, prospects of its application are determined.

**ПЕРСПЕКТИВЫ СОВМЕСТНОГО СЖИГАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ  
С ИСКОПАЕМЫМ ТОПЛИВОМ  
А.В. Бородуля, С.В. Василевич**

ГНУ «Институт тепло – и массообмена им. А.В. Лыкова», г. Минск,  
Республика Беларусь

В настоящее время древесная биомасса является важным потенциальным ресурсом топлива. Ее потребление составляет 2 млрд. т.у.т. или 14% от всех первичных энергоносителей. Одним из наиболее перспективных методов энергетического использования биомассы в настоящее время является ее совместное сжигание с другими видами ископаемого топлива.

Целью данной работы является исследование влияния температурных режимов и составов смесей древесной биомассы и ископаемых топлив на интенсивность совместного их сжигания в кипящем слое и на состав продуктов сгорания.

Эксперименты по исследованию эффективности совместного сжигания биомассы с низкокачественным бурым углем ( $W^p = 40\%$ ;  $A^c = 14\%$ ) проводились на высокотемпературном стенде с кипящим слоем с внутренней циркуляцией материала. В ходе опытов исследовалась зависимость выбросов  $CO_2$ ,  $SO_2$ , а также  $NO_x$  в продуктах сгорания от различных внешних и внутренних параметров (соотношение расходов компонентов смеси, температуры и др.).

При проведении экспериментов наблюдалась интенсивность горения (величина факела), а также замерялось время гашения пламени. По полученным данным определяли значение времени выхода летучих как разность времени затухания пламени  $t_{zn}$  и времени задержки факела  $t_{zf}$ :  $t_c = t_{zn} - t_{zf}$ . Проведенные эксперименты показали, что выбросы  $SO_2$  и  $CO_2$  по сравнению с выбросами при сжигании угля значительно снижаются, примерно пропорционально доле древесной биомассы в смеси. В ходе экспериментов было выявлено, что процесс горения смеси древесной биомассы и угля проходит более интенсивно при большем содержании древесины. Однако при малой процентной доле биомассы в топливе (по отношению к доле угля) её наличие практически не влияет на интенсивность горения смеси. Скорость горения топлива сильно повышается с увеличением доли древесины в смеси, при этом уголь выгорает практически полностью. При малом содержании древесины наблюдается значительный выход смол в составе летучих. Необходимо отметить, что применение даже небольшого количества древесной биомассы в смеси с углем позволяет значительно снизить выброс как

загрязняющих веществ ( $SO_2$ ), так и парниковых газов ( $CO_2$ ).

Все это позволяет сделать вывод о том, что увеличение содержания древесной биомассы в смеси с ископаемым топливом позволяет значительно повысить интенсивность и качество горения топлива.

**PROSPECTS OF JOINT BURNING OF WOOD WITH FOSSIL FUEL**

**Abstract:** Research of influence of temperature modes and structures of mixes of a wood biomass and minerals fuels on intensity of their joint burning in a boiling layer and on structure of products of combustion was the purpose of the given work.

Results of the spent experiments allow to draw a conclusion that the increase in the maintenance of a wood biomass in a mix with fossil fuel allows to raise considerably intensity and quality of burning of fuel.

**МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛО - И  
МАССОПЕРЕНОСА ПРИ ГЛУБОКОМ ОХЛАЖДЕНИИ ПРОДУКТОВ  
СГОРАНИЯ ГАЗОПОТРЕБЛЯЮЩИХ КОТЛОВ  
В.А. Бородуля, В.Л. Малевич, А.Е. Синкевич**

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

Энергобезопасность – один из важнейших компонентов национальной и экономической безопасности. Вследствие низкой обеспеченности Беларуси собственными энергоносителями, доминирующим видом топлива в топливно-энергетическом балансе в настоящее время является природный газ. Наряду с поставленной задачей обеспечения в 2012 г. не менее 25 % объема производства электрической и тепловой энергии за счет использования местных видов топлива, вторичных энергоресурсов и альтернативных источников актуальным является повышение эффективности использования природного газа.

В современных котельных установках значительная часть тепла (>10 %) теряется с уходящими газами, температура которых достигает 120–150 °С. Значительно снижает эти потери глубокое охлаждение продуктов сгорания ниже точки росы.

В данной работе рассматривается процесс тепло- и массопереноса в поверхностном теплоутилизаторе при охлаждении продуктов сгорания и конденсации водяного пара из парогазовой смеси, содержащей значительное количество неконденсируемого газа.

Интенсивность процесса теплообмена и конденсации пара

определяется, главным образом, диффузионными процессами переноса массы и увеличением концентрации неконденсируемых газов на поверхности раздела фаз по сравнению с их содержанием в потоке. В свою очередь это приводит к значительному снижению температуры насыщения на поверхности раздела фаз по сравнению с температурой в основном потоке. Этот процесс указывает на то, что в общем случае мы имеем дело с конденсацией перегретого пара. Для упрощения анализа содержимое уходящих газов сводится расчетным путем к бинарной парогазовой смеси.

Разработанная математическая модель основана на одномерном подходе. Сущность метода заключается в том, что путем соответствующих преобразований дифференциальные уравнения тепло- и массообмена в частных производных II порядка преобразуются в систему обыкновенных дифференциальных уравнений I порядка, описывающих изменение по длине (глубине пучка труб) осредненных по входному сечению характеристик конденсирующегося потока. Уравнения сохранения дополняются температурными граничными условиями и выражениями связи между концентрациями компонент на поверхности раздела фаз и в основном потоке.

Разработанный метод позволяет определить локальные характеристики тепло- и массопереноса в поверхностных конденсационных теплоутилизаторах по глубине трубного пучка и длине труб.

#### **METHOD OF DEFINITION OF PARAMETERS OF HEAT AND MASS TRANSFER AT DEEP COOLING OF PRODUCTS OF COMBUSTION FOR GAS CONSUMING BOILERS**

**Abstract:** The calculation method of surface condensation heat utilizes for gas consuming boilers is suggested and specifics of heat and mass transfer conditioned by cooling of exhaust gases below dew point by contained in them water vapor described.

#### **РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ПРИ ПОВЕРХНОСТНОМ ПЛАЗМЕННОМ УПРОЧНЕНИИ**

**А.И. Веремейчик<sup>1</sup>, М.И. Сазонов<sup>1</sup>, В.М. Хвисевич<sup>1</sup>, С. Якушевич<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Брестский государственный технический университет, г. Брест, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Белостокский технический университет, г. Белосток, Польша

Для повышения надежности и долговечности деталей, экономии энергетических ресурсов используются различные способы упрочнения

металлоизделий. Данная работа посвящена изучению особенностей закалки стальных изделий сложной конфигурации. Традиционно для их упрочнения используется объемная термозакалка. Как показали исследования и практика, при таком способе упрочнения происходят большие затраты электроэнергии, других ресурсов. Кроме того, невозможно произвести закалку с постоянной твердостью, в области кромок деталей возникают значительные напряжения, которые в процессе эксплуатации приводят к возникновению трещин и разрушению детали. Для решения этой проблемы предлагается применить поверхностную плазменную закалку при помощи движущейся плазменной дуги, горящей в среде аргона. Применение такого высококонцентрированного источника нагрева позволяет существенно снизить затраты энергии, осуществлять поверхностную закалку только его изнашиваемых участков, что позволяет реализовать процесс упрочнения на незначительную глубину, исключая закалку его сердцевины и сохраняя тем самым пластичные свойства материала. Для реализации такого процесса был модернизирован плазменный генератор и создана плазменная установка. Исследования проводились на образцах из нержавеющей стали заданной толщины.

Плазменная закалка производилась при токе дуги  $I=6-32$  А и использовании в качестве плазмообразующего газа аргона, а в плазмотроне применено обжимающее сопло с диаметром отверстия 1,2 мм. Скорость перемещения плазмотрона варьировалась от 4 до 25 мм/с. В результате проведенных экспериментов определены оптимальные параметры упрочнения для различных деталей. Исследованы микротвердость поверхностного слоя в зависимости от расхода аргона, тока дуги, скорости перемещения плазмотрона. Достигнуто увеличение микротвердости до 500-560 НВ<sub>0,1</sub>, причем толщина упрочненного слоя может изменяться в зависимости от скорости перемещения плазмотрона от 0,5 до 0,7 мм.

Таким образом, разработанная установка и технология поверхностного упрочнения с помощью плазмотрона постоянного тока позволили значительно снизить затраты энергии по сравнению с традиционными способами закалки и существующими аналогами, а также повысить эксплуатационные свойства изделий в 2-2,5 раза.

#### **RATIONAL USE OF ENERGY AT SUPERFICIAL PLASMA HARDENING**

**Abstract:** For increase of reliability and durability of details, economy of power resources superficial plasma training by means of the moving plasma arch burning in the environment of argon is applied.

## **ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ОЛОВЯННО-СВИНЦОВЫХ ПРИПОЕВ, СОДЕРЖАЩИХ ЗОЛОТО И СЕРЕБРО**

**Б.А.Гильденберг<sup>1</sup>, Р.И.Карпович<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>НИИ ФХП БГУ, г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>УП «Унидрагмет БГУ», г. Минск, Республика Беларусь

Использование экологически безопасного электрохимического способа переработки отходов оловянно-свинцовых припоев, содержащих драгоценные металлы (ДМ), ограничено низкими эксплуатационными характеристиками известных электролитов.

Целью данной работы явилась разработка состава оборотного электролита и режима электролиза для процесса электрохимического аффинирования оловянно-свинцовых припоев с извлечением ДМ в виде анодного шлама.

Электрохимические исследования проводили с использованием потенциометрического метода. Состав электролита контролировали методом титриметрии. Состав катодного осадка и анодного шлама изучали методом рентгенофлуоресцентного анализа.

Лучшие результаты получены для электролита на основе борфтористоводородной кислоты с суммарным содержанием ионов олова и свинца не более 15 г/л при соотношении  $C_{Sn}/C_{Pb}$  2,0-2,76, содержащего органические добавки, с использованием специального режима перемешивания раствора и электрохимической регенерации электролита мембранным электролизом с нерастворимым анодом.

При переработке партий отходов припоев в количестве 2 т с содержанием Au 0,06-1,1%, Ag 0,15-1,38% получены следующие результаты: удельная нагрузка по току 3 а/дм<sup>2</sup>,  $ВТ_a$  102%,  $ВТ_k$  95-98%, выход анодного шлама до 7% от массы анодов. Концентрация ДМ в шламе 25%. Затраты электроэнергии составили 700 кВт/ч/т отходов. Катодный осадок получали в виде пластин размером 500\*110\*30 мм. Состав катодного осадка: Sn 10-62 %, Pb 38-75%, суммарное содержание ДМ в катодном осадке не более  $1 \cdot 10^{-3}\%$ . В режиме регенерации электролита при катодной плотности тока 1а/дм<sup>2</sup> получены осадки с содержанием свинца 45-70%, олова 25-65%. Удельные энергозатраты при регенерации составили 900 кВт/т катодного осадка.

## **ELECTROCHEMICAL REFINING OF TIN SOLDER SCRAP CONTAINING GOLD AND SILVER**

**Abstract:** The opportunity of electrochemical refining of tin solder scrap containing gold and silver is investigated. It is established, that the most comprehensible is the use of hydrofluoboric electrolytes with periodic electrochemical regeneration with cation-exchange membrane, anode inert, special mode mixing. The main parameters of anode polarization with tin solder scrap containing gold and silver in hydrofluoboric electrolytes are measured.

## **ВЛИЯНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО СОСТАВА БУМАГИ НА ЕЕ ПОВЕРХНОСТНУЮ ПРОКЛЕЙКУ В КЛЕИЛЬНОМ ПРЕССЕ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ**

**В.В. Горжанов<sup>1</sup>, В.И. Темрук<sup>2</sup>, Т.В. Соловьева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>УП «Бумажная фабрика» Гознака, г. Борисов, Республика Беларусь

Широкое использование целлюлозы из лиственных пород древесины в композиции печатной бумаги обусловлено следующими причинами: улучшением структуры и непрозрачности бумаги, ее печатных свойств, а также снижением себестоимости.

Однако доля лиственной целлюлозы в композиции бумаги часто не превышает 30-40%, что обусловлено снижением физико-механических показателей и увеличением сорбционных свойств бумаги.

Одним из способов уменьшить негативные последствия от введения целлюлозы из лиственных пород древесины является поверхностная проклейка бумаги в клеильном прессе бумагоделательной машины.

Целью исследований явилось исследование эффективности поверхностной проклейки при увеличении доли лиственной целлюлозы в композиции бумаги.

При проведении исследований использовали математическое планирование эксперимента и стандартные методики испытания бумаги. Результаты эксперимента были подвергнуты статистической обработке.

Согласно результатам эксперимента увеличение в композиции бумаги целлюлозы, полученной из древесины лиственных пород, до 50-60% приводит к увеличению количества наносимого крахмала в клеильном прессе бумагоделательной машины, что положительно сказывается на физико-механические, сорбционные и печатные свойства бумаги. Это дает

возможность увеличить количество наносимого на поверхность бумаги крахмала и, следовательно, сократить удельный расход целлюлозы.

#### **INFLUENCE OF COMPOSITE STRUCTURE OF THE PAPER ON ITS SUPERFICIAL SIZING IN GLUING TO PRESS PAPER-MAKING OF THE MACHINE**

**Abstract** Influence of a composition of a paper on quantity bring in gluing to press paper-making machines of starch is investigated. It is shown, that the increase in a share of cellulose from deciduous breeds of wood in a composition of a paper leads to increase in quantity bring on a surface of a paper of starch. It leads to improvement of physicomechanical and printed properties of a paper.

#### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМЕНТИРОВАННОГО КРАХМАЛА ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПРОКЛЕЙКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕЧАТНЫХ ВИДОВ БУМАГИ**

**В.В. Горжанов<sup>1</sup>, В.И. Темрук<sup>2</sup>, Т.В. Соловьева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>УП «Бумажная фабрика» Гознака, г. Борисов, Республика Беларусь

В настоящее время широкое распространение при поверхностной проклейке бумаги для печати получил крахмал и его модификации. Модифицирование природного крахмала применяют в связи с тем, что растворы природного крахмала обладают повышенной вязкостью и склонностью к ретроградации, что затрудняет равномерное нанесение их на поверхность бумаги. Из модифицированных же видов крахмала можно получить крахмальные растворы более высокой концентрации при меньшей их вязкости.

Производство модифицированных крахмалов для бумажной промышленности в Республике Беларусь отсутствует, поэтому предприятия отрасли используют импортные дорогостоящие модифицированные, как правило, окисленные крахмалы для поверхностной проклейки бумаги для печати.

Одним из способов модифицирования крахмала является его обработка ферментными препаратами, представляющими собой  $\beta$ -амилазы.

Целью работы явилось возможность изготовления модифицированных крахмалов непосредственно на предприятиях отрасли с использованием

существующего оборудования.

Степень деструкции крахмала оценивали при помощи показателя степени полимеризации, которую определяли по феррицианидному методу Форлея и Хинсона. Вязкость и реологические характеристики крахмальных клейстеров определены при помощи ротационного вискозиметра «Реотест-2». Привес крахмала на 1 м<sup>2</sup> бумаги и показатели ее качества определены по общепринятым в промышленности стандартным методикам.

В результате проведенных исследований были разработаны режимы модифицирования крахмала ферментными препаратами.

Опытно-промышленные испытания по модифицированию крахмала были проведены в производственных условиях УП «Бумажная фабрика» Гознака. Установлено, что модифицирование крахмала представляется возможным проводить на имеющемся на предприятии оборудовании без дополнительных затрат электроэнергии. Показатели качества бумаги при этом остаются на прежнем уровне.

#### **USE OF THE FERMENTED STARCH FOR SUPERFICIAL SIZING BY MANUFACTURE OF PRINTED KINDS OF THE PAPER**

**Abstract:** The opportunity of realization of modifying of natural starch by fermental preparations directly at the enterprises of a pulp and paper industry is considered. Process of modifying of starch is investigated and are certain rheogoniometry characteristics of solutions of starch of a various degree degradation. The industrial approbation which has confirmed high efficiency of the given way of modifying of starch is lead.

#### **СОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОТХОДОВ ВОЛОКНИСТОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА**

**В.Л.Грузинова**

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель, Республика Беларусь

Нефтепродукты в сточных водах могут находиться в различных состояниях: часть их растворяется в воде и образует истинные и коллоидные растворы, часть эмульгируется, избыточная же часть находится в виде тонкой нефтяной пленки на поверхности воды. Различные формы содержания нефтепродуктов в стоках требуют применения различных методов их удаления. Удаление пленки с поверхности воды не вызывает затруднений, при этом

используются сооружения механической очистки, например, нефтеловушки. Снижение концентрации растворенных нефтепродуктов вызывает большие сложности, при этом применяют более дорогие сооружения физико-химической очистки. Наиболее целесообразным в этом направлении является метод сорбционного извлечения нефтепродуктов, который обладает рядом преимуществ по сравнению с другими: отсутствие вторичных загрязнителей, простота реализации и обслуживания, многократное использование сорбента путем регенерации. В настоящее время в качестве сорбентов рационально применять полимерные отходы химической промышленности, обладающие схожими характеристиками с известными сорбентами.

Целью данной работы являлось изучение процесса сорбции нефтепродуктов из сточных вод железнодорожных предприятий с применением отходов волокнистого полипропилена. Кроме того, при проведении экспериментов задавались различные параметры процесса (плотность загрузки материала, скорость фильтрации, начальное содержание нефтепродуктов в сточной воде) для установления оптимального режима поглощения. В результате выполнения работы получены следующие зависимости:

- при увеличении плотности загрузки эффект очистки сточной воды от нефтепродуктов увеличивается;
- максимальный эффект очистки наблюдается при скорости фильтрации 1 м/ч, 5 м/ч;
- минимальный эффект очистки наблюдается при скорости 2 м/ч.

Окончательно можно установить, что оптимальным параметрам соответствует плотности загрузки 75 кг/м<sup>3</sup> и скорости фильтрации 1 м/ч, 5 м/ч. При этом эффект очистки составляет в среднем 75-80 %.

#### **ABSORPTION OF OIL PRODUCTS FROM WASTEWATER OF TRANSPORT FACTORIES WITH USING FIBROUS POLYPROPYLENE WASTE**

**Abstract:** Theses contain results of researches on application of waste products of fibrous polypropylene as a sorbent at clearing oily waste waters of transport agencies. During researches various sorption parameters (density of loading of a material, speed of a filtration, the initial maintenance of mineral oil in sewage) were set with the purpose of an establishment of such operating mode of clearing constructions at which the maximal effect of sewage treatment from mineral oil is observed.

#### **СИНТЕЗ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ НА ОСНОВЕ ЖИРНЫХ КИСЛОТ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ Т.Д. Дамбовская, Г.М. Бокая, Л.А.Иванова**

ГНУ «Институт проблем использования природных ресурсов и экологии» НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

Для временной противокоррозионной защиты металлоизделий применяются консервационные масла, смазки и защитные тонкопленочные покрытия, активным началом которых являются ингибиторы коррозии.

При создании ингибиторов в качестве защитных компонентов широко используют синтетические жирные кислоты СЖК и продукты их химической модификации.

Выполненными в институте работами показано, что наиболее близкими по химической структуре к СЖК являются жирные кислоты растительных масел.

Цель настоящей работы – исследовать возможность использования жирных кислот растительных масел для синтеза маслорастворимых ингибиторов коррозии.

В качестве исходного сырья для синтеза ингибиторов коррозии выбраны жирные кислоты подсолнечного и льняного масел производства ОАО «Бобруйский завод растительных масел» и олеиновая кислота СЗАО «Гроднобиопродукт», в качестве аминспирта использованы моноэтаноламин, диэтаноламин и триэтаноламин.

Оценку защитных и вытесняющих свойств синтезированных ингибиторов проводили в сравнении с товарным ингибитором российского производства М-1.

Экспериментально установлены оптимальные соотношения жирных кислот с аминспиртами и температурно-временные режимы синтеза ингибиторов на их основе. По разработанной технологии изготовлены и исследованы ингибиторы.

Анализ полученных результатов показал, что для синтеза ингибиторов на основе жирных кислот растительных масел целесообразно использовать моноэтаноламин. В результате исследований установлено, что синтезированные ингибиторы по защитным свойствам находятся на уровне российского ингибитора М-1.

Для организации производства ингибитора разработаны технические условия ТУ РБ 100289079.087-2003 «Ингибитор коррозии маслорастворимый ЖКМ» и опытно-промышленный технологический регламент.

Применение этого ингибитора для получения консервационных масел

и смазок исключит необходимость импорта в Республику Беларусь материалов подобного назначения.

### **SYNTHESIS OF CORROSION INHIBITORS BASED ON FAT ACIDS OF VEGETABLE OILS**

**Abstract** The purpose of the present work - to investigate an opportunity of use of fat acids of vegetable oils for synthesis oil-soluble inhibitor corrosion. For synthesis it is expedient to use monoethyl amine. As a result of researches it is established, that synthesized inhibitor on protective properties are at a level Russian inhibitor M-1.

### **РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЯХ ПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНЫХ ВИДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

**В.Н.Дашков, И.И.Пиуновский, В.И.Володкевич**

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр  
Национальной академии наук по механизации сельского хозяйства»,  
г.Минск, Республика Беларусь

Одним из реальных путей снижения затрат ресурсов в сельском хозяйстве является разработка новых ресурсосберегающих технологий и технических средств, а также совершенствование структуры машинно-тракторного парка, повысив эффективность его использования, обеспечив производство конкурентоспособной продукции.

Для достижения этих задач в стране накоплен определенный опыт. Так, за последние годы удельный вес республиканского сельхозмашиностроения увеличился более чем в 5 раз. Ее изготовлением занято более 100 предприятий, на которых работают около 30 тыс. рабочих, выпускающих свыше 200 наименований машин и оборудования.

При этом принимаются меры не по замене тракторов и сельхозмашин на новые с прежними техническими характеристиками, а на обновление парка машин техническими средствами нового поколения, которые должны обеспечить существенный рост производительности труда, экономить топливо и другие ресурсы, создать оптимальные условия для высокоурожайного возделывания сельскохозяйственных культур и содержания высокопродуктивных животных и птицы. Необходимо реализовать перспективные машинные технологии производства сельскохозяйственной продукции, сделать ее и выпускаемую технику конкурентоспособными на

внутреннем и внешнем рынках.

Для разрешения назревшей проблемы была утверждена Республиканская программа создания сельскохозяйственной техники и оборудования для производства и переработки сельскохозяйственной продукции на период 2002-2005 годы, по которой предусматривалось разработать 99 и освоить производство 86 наименований ресурсосберегающих технических средств.

При полном освоении Программы энерго- и материалоемкость сельскохозяйственной продукции снизится в 1,4-1,7 раза, расход топливно-энергетических ресурсов – на 8-10%, уменьшив затраты на эксплуатацию машин в 1,3-1,4 раза.

### **RESOURCE SAVING IN TECHNOLOGIES OF PRODUCTION OF THE MAIN KINDS OF AGRICULTURAL PRODUCTS**

**Abstract:** The ground of ways of reduction energetical and material expenses on production of the main kinds of plant-growind and stock-breeding products is given. It attains thanks to technical means intensification, creation of the new energy-saving technical means and improvement of usage of existing in a economy means of mechanization. By adopted Republican programme of agricultural machinery creating on 2002-2005 period there were elaborated 99 and mastered 86 names of technical means for mechanization of processes in plant-growind and stock-breeding. At full mastery of the programme energy and material consumption of agricultural products will reduce in 1,4-1,7 times, full and energetic resources consumption – on 8-10%, decreasing expenses of machine exploitation in 1.3-1,4 times.

### **ТЕХНОЛОГИЯ РОТАЦИОННОГО ФОРМИРОВАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРУБ**

**В.В. Дмитроченко**

ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством», г. Солигорск, Республика Беларусь

Разработана технология ротационного формирования защитных покрытий из композиционных материалов на внутренней поверхности труб диаметром от 219 до 1020 мм и длиной до 10 м. Технология обеспечивает возможность нанесения однослойных или многослойных покрытий с регулируемыми параметрами по толщине – градиентных покрытий. Заданный

градиент адгезионных и прочностных показателей обеспечивается регулируемой величиной формирующего давления в диапазоне 0,15-0,265 МПа вследствие изменения скорости вращения заготовки. Количество функциональных слоев защитного покрытия, характеристики и последовательность их нанесения определяются техническими требованиями и направлены изменяться путем варьирования содержания компонентов в матричном сополимерном связующем.

Создано и внедрено промышленное технологическое оборудование для нанесения защитных покрытий из композиционных материалов на внутреннюю поверхность труб ротационным методом. Установка позволяет наносить однослойные или многослойные покрытия толщиной 20-25 мм для труб диаметром 219-377 мм и 25-30 мм для труб диаметром 426-1020 мм в непрерывном режиме, обеспечивающем однородность состава, прочность и стойкость к гидроабразивному изнашиванию. Трубы с защитным покрытием на основе совмещенных олигомеров, модифицированных минеральными наполнителями, обладают в 3-5 раз более высокой стойкостью к гидроабразивному изнашиванию по сравнению с базовыми.

Разработанная технология позволяет осуществлять регенерацию изношенных труб путем повторного нанесения защитных покрытий на внешнюю и внутреннюю поверхности восстановленных заготовок.

Применение труб с защитным покрытием в технологическом процессе производства минеральных удобрений в РУП «ПО «Беларуськалий» за 2006 г. позволило получить экономический эффект 112,7 млн. рублей за счет увеличения технического ресурса транспортных трубопроводов. В РУП «ПО «Беларуськалий» организован участок по нанесению композиционных защитных покрытий на внутреннюю поверхность труб, обеспечивающий потребности объединения в полном объеме.

#### **TECHNOLOGY OF ROTARY FORMING OF SHEETING FROM COMPOSITION MATERIALS ON-THE-SPOT INTERNAL PIPES**

**Abstract:** Technology of the rotary forming of sheeting is developed from composition materials on-the-spot internal pipes, the technological equipment created for this purpose provides causing of *odnosloynnykh* or *mnogosloynnykh* coverages with the managed parameters on a thickness in the continuous mode, providing homogeneity of composition, durability and firmness to the hydroabrazivnomu wear.

#### **ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ**

**В.В. Дмитроченко**

ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством», г. Солигорск, Республика Беларусь

Для повышения долговечности трубопроводов, транспортирующих водный раствор хлоридов Na, K, Mg, Ca и содержащий абразив – глину, предложены составы композитов для формирования на рабочей поверхности труб покрытий, стойких к гидроабразивному изнашиванию. Предложенные композиционные материалы на основе совмещенной матрицы ЭС + ФФС и НПЭС + ЭС содержат функциональные модификаторы различного механизма действия.

Методом многофакторного планирования эксперимента оптимизирован состав композиционного материала для формирования защитных покрытий трубопроводов. Показано, что оптимальной совокупностью механических характеристик (адгезионная прочность – 3,8-4,9 МПа, предел прочности при сжатии – 45-50 МПа, ударная вязкость – 5,9-8,0 кДж/м<sup>2</sup>) обладает композиция, содержащая 78-88 мас.% базового состава (100 мас.ч. ЭД-20 + 30 мас.ч. ПЭПА + 70 мас.ч. гранита дисперсностью 100-200 мкм), 7-17 мас.% фенолоформальдегидной смолы, 2-4 мас.% ПВБ и 1-3 мас.% полимера ХТ, необходимого для аппретирования частиц наполнителя.

Разработаны составы композиционных материалов на основе совмещенной матрицы ЭД-20 + ФФС, модифицированной дисперсными отходами производства калийных удобрений (5,5-7,0 мас.%). Аппретирование частиц гранитного щебня поливинилбутиралем обеспечивает необходимые адгезионные характеристики и стойкость к воздействию агрессивных сред.

Для обеспечения защиты технологического оборудования, эксплуатируемого при воздействии агрессивных сред, разработана кислотостойкая композиция на основе эпоксиэфенольной матрицы (116 мас.ч.), полимерного модификатора ПВБ (2 мас.ч.) и неорганических силикатных модификаторов (120 мас.ч.). Данная композиция, наряду с высокими показателями прочностных характеристик, обладает повышенной стойкостью в кислых средах.

#### **SHEETING FROM COMPOSITION MATERIALS FOR PIPELINES**

**Abstract:** Compositions of composition materials are developed on the basis of the combined matrix modified by the dispersible offcuts of production of potassium fertilizers,

which along with the high indexes of prochnostnykh descriptions, possesses enhanceable firmness in sour environments.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖИРНЫХ КИСЛОТ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КОНСЕРВАЦИОННОГО МАСЛА**

**И.В. Дребенкова, Л.П. Майко, Т.Я. Царюк**

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

В связи с отсутствием в республике Беларусь производства маслорастворимых ингибиторов коррозии исследована возможность использования для этой цели альтернативных защитных компонентов.

На их основе ИПИПРЭ НАН Беларуси разработаны консервационные масла типа Белакор, которые широко применяются на металлообрабатывающих предприятиях республики и экспортируются в Россию. Они обладают высоким уровнем функциональных свойств, но имеют низкую термоокислительную стабильность, что вызывает повышение вязкости и трудности с расконсервацией.

Целью данной работы являлось создание маловязкого консервационного масла, отвечающего современным требованиям, с ингибитором коррозии на основе жирных кислот растительных масел.

Установлено, что в качестве основы консервационного масла целесообразно использовать сочетание высоко- и низковязких минеральных масел. Исследованием вытесняющих, моющих, защитных и вязкостно-температурных свойств их изопроцентных композиций показано, что оптимальным является соотношение этих компонентов, равное соответственно 1 : 7.

При выборе адсорбционно-хемосорбционного защитного компонента наиболее приемлемыми из альтернативных оказались жирные кислоты растительных масел ЖК. Оценка влияния концентрации ЖК на защитные свойства разрабатываемого масла показала, что эти зависимости носят экстремальный характер. Однако, даже в оптимальных концентрациях они не обеспечивали разрабатываемому маслу требуемый уровень защиты в сернистом ангидриде и электролите, в связи с чем проведена их химическая модификация сульфонатной присадкой СТ и выбрано оптимальное соотношение ЖК : СТ = 6 : 4, %. В концентрации 20 % эта композиция в сочетании с 1 % экранирующего компонента нефтяного происхождения обеспечивает разрабатываемому маслу необходимый уровень физико-

химических, эксплуатационных и защитных свойств.

На созданное масло МК-М разработаны опытно-промышленный регламент его производства и ТУ. ОАО «Завод горного воска» изготовлена и с положительными результатами испытана опытно-промышленная партия этого масла.

По защитной эффективности масло МК-М превосходит товарные отечественные консервационные масла типа Белакор и зарубежные – Маякор (Россия) и Rust-Ban 335 (Германия), но несколько уступает последним по вытесняющей способности.

### **USE FAT ACIDS OF VEGETATION OILS FOR CREATION OF CONSER- VATION OIL**

**Abstract:** It is developed preservative dribbling the oil of the MICRON satisfying modern requirements. its structure as a basis included a combination highly and dribbling oils, as combined inhibitor corrosion - fat acids of vegetable oils, sulfonate additives СТ and an oil component.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАПОЛНИТЕЛЯ С ФУНКЦИЕЙ ОТВЕРДИТЕЛЯ – НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ПОВЫШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЧИСТОТЫ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ**

**В. И. Дубкова**

Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси, г. Минск,  
Республика Беларусь

Ранее нами было установлено, что при определённых условиях поверхностно-активные центры модифицированных углеродных волокон могут не только взаимодействовать с компонентами эпоксиолигомерного связующего (вплоть до образования химической связи на границе раздела фаз), но и активно влиять на процессы физического и химического структурирования полимерной матрицы в межфазной зоне и в объёме композиции. Основываясь на этом, был разработан принципиально новый способ формирования эпоксидных композиций, не требующий введения стандартных (часто токсичных) отверждающих агентов. В таких композициях углеволокнистый наполнитель выполняет одновременно две функции: наполнителя и отвердителя эпоксидного связующего.

В представленной работе показана возможность получения по данному

способу эпоксидных композиций, высоконаполненных целевыми порошкообразными и дискретными волокнистыми компонентами. Использовали волокнистые оксиды алюминия и циркония, отрезки графитовых волокон и порошки: гексабариевый феррит, ферросилиций (содержание кремния 45%), пылевидный кварц, гидроксид алюминия и другие. Наполнителем-отвердителем служили реакционно-активные углеродные волокна. Оптимизированы составы и температурно-временные условия формирования композиций. Показано, что для всех композиций характерна высокая степень отверждения (до 99,4%). При использовании углеродных волокон в качестве отвердителя эпоксидного связующего наблюдается увеличение прочности при сжатии и твердости материала по сравнению с ненаполненными порошками композициями, при этом наиболее резкое увеличение – при больших степенях наполнения. Общим для всех разработанных составов и отвержденных активными углеродными волокнами композиций является повышенная устойчивость к воспламенению. Для отдельных отвержденных составов кислородный индекс воспламеняемости > 70 %, что намного превышает аддитивный, рассчитанный по вносимому вкладу каждого ингредиента композиции.

Таким образом, преимущества использования углеволокнистого ингредиента с комбинированной функцией наполнителя и отвердителя с точки зрения получения композиционных материалов с функциональными свойствами очевидны. Кроме того, исключение из состава эпоксидного связующего стандартных отвердителей (обязательно ранее вводимых), а также значительное уменьшение выделяющихся в процессе отверждения летучих продуктов улучшает санитарно-гигиенические условия труда, повышает экологическую чистоту производства и упрощает технологию изготовления углепластиков.

#### **EMPLOYMENT OF FILLER WITH FUNCTION OF HARDENER IS NEW WAY OF INCREASE OF ECOLOGICAL CLEANNESS OF PRODUCTION OF EPOXY COMPOSITES HIGH FILLED**

**Abstract:** Epoxy composites high filled of the purpose powder and fiber fillers hardened by the carbon fibers modified possess of the physico-mechanical characteristics and fire resistance increased. The exclusion of standard hardeners and a significant decrease of the volatile products, yielding during the curing of the compositions, improves sanitary-hygiene conditions, increases the ecological purity of production and simplifies the technology of making the carbon plastics.

#### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ ДРЕВЕСИНЫ МЯГКОЛИСТВЕННЫХ ПОРОД В ТЕХНОЛОГИИ ДРЕВЕСНОЙ МАССЫ, ПОЛУЧАЕМОЙ ИЗ ЩЕПЫ Е.В. Дубоделова, Т.А. Снопкова, А.А. Сакович, Т.В. Соловьева**

УО «Белорусский государственный технологический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время газетная бумага является самым массовым видом бумажной продукции. В ее композиции за рубежом широко используется термомеханическая древесная масса (ТММ), получаемая из щепы, в связи с низкой ее стоимостью по сравнению с другими волокнистыми полуфабрикатами. Технология производства ТММ включает использование хвойной древесины, которая обеспечивает стабильно высокие показатели прочности готовой продукции. Однако она является дорогостоящей, и запасы древесины хвойных пород имеют тенденцию к сокращению в связи с широкой областью применения. В то же время, в мире произрастает лиственная древесина (ее доля в мировом запасе достигает 60%, в Республике Беларусь – 36%). Особый интерес вызывает древесина мягколиственных пород, которая значительно дешевле хвойных и имеет сравнительно узкую область применения в химической переработке древесины. Однако, прочность газетной бумаги, полученной с использованием древесной массы из древесины лиственных пород, не удовлетворяет требований ГОСТ 6445-74.

Проведенные нами исследования показали, что ее можно повысить активированием компонентов лигноуглеводного комплекса древесины в процессе получения древесной массы. Установлено, что введение на стадии пропаривания древесной щепы карбамида и щелока от магний-бисульфитной варки целлюлозы с расходами не превышающими 3% к массе а.с. древесины, а также регулирование температурных и временных режимов процесса позволит получать газетную бумагу с показателями качества, превышающими требования ГОСТ 6445-74. Для каждой из лесообразующих мягколиственных пород Республики Беларусь – березы, ольхи и осины – с помощью математического планирования эксперимента найдены оптимальные режимы пропаривания в условиях химической обработки. Анализ полученных результатов показал, что все исследуемые породы могут перерабатываться на древесную массу высокого качества в отдельности, а также в смеси.

Проведенные нами исследования позволили высказать мнение о замене древесины хвойных пород на малоценную древесину лиственных при получении ТММ, с целью использования этого волокнистого полуфабриката в производстве газетной бумаги, которое будет в ближайшее время

организовано в г. Шклове.

#### **USE OF MILD HARDWOOD OF BREEDS GROWING IN REPUBLIC OF BELARUS IN TECHNOLOGY OF THE WOOD PULP RECEIVED FROM WOOD CHIPS**

**Abstract:** in the presented materials the opportunity of replacement by manufacture of a thermomechanical wood pulp of scarce and expensive wood of softwood on invaluable mild hardwood – a birch, an aspen and an alder is shown. The opinion on suitability of use of each of species separately, and also in a mix is expressed. Received by preliminary processing wood chips at chips-steaming a carbamide and black liquid from magnesium-bisulfite of cooking of cellulose and the subsequent milling the wood pulp, can be used in a composition of a news-print.

#### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАТИВНОГО КАРТОФЕЛЬНОГО КРАХМАЛА В КОМПОЗИЦИИ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ**

**Е.В. Дубоделова, И.А. Хмызов, Т.П. Шкирандо, А.А. Сакович, Т.В. Соловьева**

УО «Белорусский государственный технологический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время к токсичности и техническим свойствам древесностружечных плит (ДСП) предъявляются жесткие требования, в связи с широким использованием этой продукции в строительстве и мебельной промышленности. Указанные свойства в значительной мере определяются реакционной способностью связующего, в качестве которого традиционно используют дорогостоящие и токсичные карбамидоформальдегидные смолы (КФС). Расход КФС составляет 12–15% к массе а.с. стружки, а их доля в общих затратах на изготовление продукции достигает 40%. В целях сокращения удельного расхода КФС, снижения токсичности древесностружечных плит при сохранении технических свойств на уровне требований ГОСТ 10632, в составе связующего, дополнительно был использован нативный картофельный крахмал.

Для определения оптимального соотношения компонентов связующего был использован экономичный план Коно 2-го порядка. Расходы компонентов варьировали на трёх уровнях. Диапазон варьирования крахмала составил 2%, 5 и 8% к а.с. смоле, КФС – 10,4; 9,2; и 8,1% к массе а.с. стружки (что

обеспечивает снижение расхода от минимально достаточной нормы, установленной для предприятий концерна «Беллесбумпром», на 10, 20 и 30% соответственно). Полученные с использованием комбинированного связующего древесностружечные плиты испытывали на предел прочности при изгибе, разбухание плит по толщине и содержание свободного формальдегида. Установлено, что наиболее существенный вклад в величину разбухания по толщине и содержания свободного формальдегида вносит, прежде всего, расход крахмала, а расход смолы менее значим. Для предела прочности при изгибе наблюдается обратная зависимость.

Математическая обработка данных позволила найти оптимальное соотношение крахмала – расход 6% к а.с. смоле и карбамидоформальдегидной смолы – 9,8% к массе а.с. стружки. Установлена возможность сокращения удельного расхода КФС на 15% по сравнению с нормативом, а также значительного снижения токсичности (до 30%) древесностружечных плит при сохранении их физико-механических показателей на уровне требований ГОСТ 10632. Это подтвердили результаты опытно-промышленных испытаний комбинированного связующего в производственных условиях ОАО «Витебскдрев» и ОАО «Ивацевичдрев».

#### **USE OF NATIVE POTATO STARCH IN THE COMPOSITION PARTICLE BOARD**

**Abstract:** In the presented materials the opportunity of reduction of the discharge intensity urea-formaldehyde pitches in manufacture particle board on 15 % and decrease in toxicity at preservation of technical properties of finished goods at a level of requirements of the standard due to use in a composition binding agent native potato starch is shown.

#### **РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ АКСИАЛЬНО-ПОРШНЕВЫХ НАСОСОВ С ИЗНОСОСТОЙКИМ ПОРОШКОВЫМ СЛОЕМ НА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ТОРЦЕВОЙ ПОВЕРХНОСТИ** **Л.Н.Дьячкова, А.Я.Волчек, Л.Я.Воронцовская, Е.П.Борисов**

ГНУ «Институт порошковой металлургии», г. Минск, Республика Беларусь  
ООО «Хорда-Гидравлика», г. Гомель, Республика Беларусь

Основным узлом аксиально-поршневых насосов является роторная группа, в которой определяющая деталь блок цилиндров. В настоящее время блока цилиндров изготавливают из литой бронзы. Однако бронза имеет низкую

прочность и не отвечает требованиям, предъявляемым к насосам нового поколения: повышенное давление (выше 32 МПа), высокий КПД и производительность. Снизить расход бронзы и повысить эксплуатационные характеристики насосов можно за счет изготовления блока цилиндров из стали или чугуна, имеющих значительно большие прочностные характеристики, чем бронза. В то же время сталь имеет низкие триботехнические характеристики, что приводит к необходимости нанесения антифрикционных слоев на трущиеся поверхности блока цилиндров.

В Институте порошковой металлургии совместно с Институтом импульсных процессов разработаны способы соединения порошковой слоистой заготовки с распределительным торцом стального блока путем сварки взрывом. Однако такой метод нанесения антифрикционного слоя является сложным, длительным (состоит из трех операций), энерго- и материалоемким. В связи с этим в работе проводили исследования по разработке ресурсосберегающей технологии нанесения антифрикционного слоя на стальную основу блока цилиндров с применением метода жидкофазного припекания.

Исследования структуры, механических и триботехнических свойств в работе проводились по стандартным методикам на современном исследовательском и испытательном оборудовании.

Проведенные исследования механических и триботехнических свойств ряда порошковых материалов на медной и железной основе позволили разработать оптимальный состав порошкового материала на медной основе с добавками никеля, олова, свинца и соединений титана для антифрикционного слоя стального блока цилиндров. В работе также разработан метод нанесения антифрикционного слоя на торцевую поверхность блока путем жидкофазного припекания, позволяющий существенно снизить расход материала и снизить расход электроэнергии.

#### **RESOURCE-SAVING TECHNOLOGY OF MANUFACTURE OF A CYLINDER BARREL OF AXIAL-PISTON PUMPS WITH A POWDER LAYER ON THE DISTRIBUTING AND SURFACE**

**Abstract:** carried out was a research of mechanical and tribotechnical properties of a series of powder materials based on copper and iron. On its basis an optimal composition of a powder material on copper basis was developed to be used for the antifriction layer of a steel cylinder barrel as well as a method of its deposition on the end surface of a barrel by means of liquid-phase sintering which enables to considerably reduce consumption of the material and energy.

#### **ПОЛУЧЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ ПОРОШКОВ ТВЕРДОГО СПЛАВА ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКОЙ П.С.Зачепило, А.И. Гордиенко, И.Л.Поболь**

Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

Применение порошков наноразмерного диапазона для создания инструмента придаёт ему повышенные механические свойства, что делает актуальной проблему поиска способов их получения. Для получения наноразмерных порошков твёрдого сплава применяются химические, плазмохимические, дуговые и др. методы. В то же время в машиностроительном производстве при обработке металлов широко применяются инструменты с твёрдым сплавом (размер зерен карбидной фазы от 1 до 15 мкм) либо в виде отдельных элементов, закрепляемых на несущей арматуре (резцы, фрезы и т.д.), либо как самостоятельный узел (как вставки в штампах, так и собственно штампы). Вследствие значительной хрупкости твёрдосплавные части подвержены образованию сколов, что затрудняет переточку и делает непригодным инструмент для последующего применения.

Для диспергирования твёрдого сплава в настоящей работе применяется электроэрозионный метод, при котором разрушение электропроводящих материалов происходит под воздействием электрических импульсов дозируемых энергий. При этом процесс проводится в жидкой диэлектрической среде, выбор жидкости обеспечивает дополнительную возможность влияния как на компонентный, так и на гранулометрический состав. Для электроэрозионного нанодиспергирования не имеет значения форма и состояние диспергируемых элементов, что позволяет с успехом применять в качестве сырья вышедший из строя непригодный инструмент.

Путём электроэрозионного воздействия в спирте, керосине и воде на установке А207.40 на субэнергетических режимах получена диспергированная фаза, содержащая частицы размером до 20 нм. Диспергированная фаза в спирте, в отличие от воды и керосина, не подвержена выпадению осадка при нормальных условиях. Дисперсионная фаза в воде характеризуется окислами, в то время как углеродосодержащие жидкости способствуют образованию карбидной фазы.

Разработанный и испытанный метод электроэрозионного диспергирования позволяет получать частицы карбидной фазы наноразмерного диапазона, которые в дальнейшем могут применяться для изготовления инструмента с особыми свойствами.

## **OBTAINING OF NANOSIZED HARD MATERIAL POWDER BY DISCHARGE TREATMENT**

**Abstract:** Electrodischarge method of treatment provides possibility to obtain nanosized particles of tungsten carbide hard materials which can be used for subsequent producing tool.

### **СИНТЕЗ ПОРОШКА ФЕРРИТА СТРОНЦИЯ ИЗ ОТХОДОВ ТРАВильНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Е.В. Звонарев<sup>1</sup>, А.Х. Насыбуллин<sup>1</sup>, А.А. Стефанович<sup>1</sup>, Б.В. Сидоркин<sup>1</sup>,  
О.М. Топалов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ГНУ «Институт порошковой металлургии», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup> ПРУП «Молодечненский завод порошковой металлургии», г. Молодечно, Республика Беларусь

Задачей исследований является разработка технологии изготовления порошка феррита стронция из отходов производства РУП «Белорусский металлургический завод»- гранул железа трехвалентного, являющихся отходами процесса регенерации травильного раствора на основе соляной кислоты.

Отходы представляют собой гранулированный порошок с размерами частиц от 0,5 до 2,0 мм. По химическому составу: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 96,8-98,8 %, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,31 – 0,47 %, SiO<sub>2</sub> – 0,7 – 1,4 %, оксиды марганца, магния, цинка, никеля.

Для синтеза феррита стронция использовали углекислый стронций марки «ч» по ТУ 6-09-4165-84..

Исходные гранулы размалывали в мельнице центробежной до среднего размера

5-10 мкм. Смешивание с углекислым стронцием проводили в конусном смесителе. Ферритизацию проводили при температурах 1060 – 1200°С. После ферритизации полученные спеки дробили в конусном смесителе и просеивали через сито 140 мкм. Магнитные свойства измеряли на образцах, изготовленных следующим образом: порошок феррита стронция смешивали с клеем БФ 19 и прессовали при давлении 400 МПа.

При оптимальных режимах размола, смешивания, синтеза, дробления и отсева получили следующие магнитные свойства: остаточная магнитная индукция – 160 мТл, коэрцитивная сила по индукции – 92 кА/м.

Установлена принципиальная возможность изготовления порошка феррита стронция для магнитопластов из отходов травильного производства

Белорусского металлургического завода с необходимыми свойствами.

## **SYNTHESIS OF THE POWDER OF FERRITE OF STRONTIUM FROM ETCHING MANUFACTURE WASTE PRODUCTS**

**Abstract:** The basic opportunity of manufacturing of a powder of ferrite of strontium for platomagnet from waste products of etching manufacture of the Byelorussian metal works with necessary properties is established

### **О НОРМИРОВАНИИ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ В МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Г.Е. Зенькович, А.В. Мелешня, Л.А. Шамаль**

РУП «Институт мясо-молочной промышленности», г. Минск, Республика Беларусь

По степени интенсивности взаимодействия пищевой промышленности с окружающей средой первое место среди объектов природы занимают водные ресурсы, затем почва и воздух.

По расходу воды на единицу выпускаемой продукции она занимает одно из первых мест среди отраслей народного хозяйства.

Предприятия мясной отрасли являются крупнейшими потребителями питьевой воды – около 30 – 35 млн.м<sup>3</sup> в год. Высокий уровень водопотребления обуславливает и большой объем образования сточных вод. Специфика производства мяса и мясных продуктов, многообразие функций, выполняемых с применением воды, приводят к тому, что при выработке и переработке 1 тонны мяса образуется 16-20 м<sup>3</sup> сточных вод или 60-80% от количества исходной потребляемой воды.

Нормирование расхода воды является одним из немногих государственных методов охраны, регулирования и рационального использования водных ресурсов.

До настоящего времени в Республике Беларусь не существовала научно-технической документации по нормированию водопотребления и водоотведения для предприятий мясной промышленности.

При нормировании водопользования может применяться ряд методологических подходов: теоретический, расчетно-аналитический, экспериментальный и отчетно-статистический методы. Из всех методов разработки норм водопользования расчетно-аналитический метод наиболее доступен и обеспечивает вполне приемлемую надежность и обоснованность получаемых результатов.

В инструкции устанавливаются нормообразующие статьи по основным направлениям использования воды и по каждой из них определяются ее расходы. Приводятся состав и структура индивидуальной нормы водопользования условного мясокомбината.

Используя статистические данные ряда предприятий мясной отрасли по расходу воды на выработку продукции (в частности Минского, Борисовского, Брестского, Гомельского, Могилевского мясокомбинатов), был проведен сравнительный анализ водопользования предприятиями мясной промышленности после освоения инструкции по нормированию водопотребления и водоотведения, разработанной РУП «Институт мясо-молочной промышленности». Из полученных данных можно сделать вывод, что годовая экономия водных ресурсов за счет освоения инструкции составила от 8 до 12%.

#### **ABOUT NORMALIZATION OF WATER CONSUMPTION AND WATER REMOVAL IN THE MEAT INDUSTRY**

**Abstract:** The comparative analysis of water use by the enterprises of the meat industry after development of the instruction on normalization of water consumption and the water removal, developed is carried out. From the received data it is possible to draw a conclusion, that the annual economy of water resources due to development of the instruction has made from 8 up to 12 %.

#### **О ПУТЯХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЭР НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МЯСО-МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Г.Е. Зенькович, Н.А. Прокопьев, Л.А. Шамаль**

РУП «Институт мясо-молочной промышленности», г. Минск, Республика Беларусь

Предприятия мясо-молочной промышленности относятся к энергоемким производствам. Основные виды потребляемой энергии и энергоресурсов – это электрическая, тепловая энергия и топливо в виде природного газа, мазута или продуктов их переработки.

По сравнению с недалеким прошлым (15 – 20-ти летней давности) доля энергоресурсов в себестоимости мясо-молочной продукции значительно выросла. Так, если ранее доля ТЭР составляла 1-2% в себестоимости конечной продукции, то сейчас – на порядок больше.

На территории Беларуси функционирует порядка 86-ти молокоперерабатывающих заводов и комбинатов и около 25-ти

мясоперерабатывающих комбинатов (не считая малых предприятий и предприятий Белкоопсоюза).

Анализ существующих схем энергетических источников и энергоэкономических показателей позволил дифференцировать вырабатываемую продукцию по энергоёмкости каждого вида продукции для предприятий, перерабатывающих мясное и молочное сырье.

В мясоперерабатывающей отрасли рассматривались основные виды продукции: мясо и субпродукты 1-ой категории, колбасные изделия, консервы мясные, сухие корма, полуфабрикаты, пищевые жиры.

В молочной отрасли – цельномолочная, нежирная молочная продукция, масло животное, сыры жирные, сухие молочные изделия и смеси, консервы молочные, сгущенное молоко.

Как показывает анализ, затраты энергии на выработку единицы продукции у нас в 1,5-4 раза больше, чем в странах с развитой экономикой.

Экономия сырья, материалов, топливно-энергетических ресурсов в перерабатывающей промышленности АПК, как нигде в других отраслях является важнейшим фактором повышения эффективности производства. Расчеты показывают, а практика подтверждает, что средства, истраченные в перерабатывающих отраслях АПК на мероприятия по экономии ТЭР, дают в несколько раз больший эффект, чем вложение этих средств на увеличение производства или покупку (в нашем случае) ТЭР.

Существенной особенностью перерабатывающих предприятий мясо-молочной промышленности является то, что предприятиям приходится работать со скоропортящимся сырьем и скоропортящейся конечной продукцией. Это вынуждает иметь солидный парк, в том числе и резерв производственных мощностей, например, для выработки холода.

Сокращение потребления ТЭР на предприятии должно осуществляться по двум принципиальным направлениям:

По пути применения организационно-технических мероприятий;

По пути разработки новых энергоэффективных технологий, машин и оборудования.

Применение новых энергосберегающих технологий и новейших достижений в области разработок нового технологического и энергооборудования в перерабатывающих отраслях мясо-молочной промышленности позволяет существенно сократить (в отдельных случаях до 50%) потребление невозобновляемых ТЭР.

**ABOUT WAYS OF RATIONAL USE OF ENERGY THE ENTERPRISES  
OF THE MEAT-AND-MILK INDUSTRY**

**Abstract:** Application of new energy saving technologies and advanced achievements in the field of development new technological and power equipment in processing branches of the meat-and-milk industry allows to reduce essentially (on occasion up to 50 %) consumption not renewed resources.

**БИОМЕХАНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА  
МЕТОДОВ УЛУЧШЕНИЯ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА  
ДЕТЕЙ ПОДЛЯССЯ И ГРОДНЕНЩИНЫ  
М.И. Игнатовский, А.И. Свириденко, Л.С. Гайда**

ГНУ «Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения НАН  
Беларуси», г. Гродно, Республика Беларусь

Государственное научное учреждение «Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения Национальной академии наук Беларуси» выполняет работы по проекту «Биомеханическое исследование и разработка методов улучшения опорно-двигательного аппарата детей Подлясся и Гродненщины».

Целями проекта являются: совместные исследования дисфункций опорно-двигательного аппарата и развитие методик реабилитации у детей приграничья Подлясся и Гродненщины и интенсификация сотрудничества между партнерами в области научно-технического взаимодействия, трансферта технологий и повышения квалификации специалистов.

При проведении биомеханических исследований и диагностике заболеваний стопы применяются как устройства расширяющие возможность визуального наблюдения: плантоскопы и сканеры, так и приборы непосредственного измерения: барометрические платформы и стельки. Визуальные методы позволяют получить количественные данные об анатомических особенностях преимущественно в статике. Отличительной особенностью барометрических приборов является фиксация не пространственных координат, а силовых параметров статики или движения.

Разнообразие, предлагаемых разработчиками, измерительных стелек и систем обработки данных, подразумевает необходимость наличия адекватного понимания принципов работы и границ применения их в биомеханическом моделировании и клинической практике.

В работе показана неприменимость априорно принимаемых понятий,

при исследовании биомеханических данных. Работа выполнена при поддержке INTERREG IIIA / ТАСИС ПГС проект NEB/PL/PDL/2.1/05/238.

**BIOMECHANICAL RESEARCH AND ELABORATION THE METHODS  
FOR IMPROVEMENT OF CHILDREN GAIT FROM PODLASIE AND  
GRODNO AREA**

**Abstract:** The set of modern methods of the biomechanical researches of movement and the clinical diagnostics of a human's locomotor system is considered. The general conception for the description and the analysis of the barometric data of the contact of feet with surface in a static and dynamic is given.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИЙ ИЗ СМЕСЕЙ  
ВТОРИЧНЫХ ТЕРМОПЛАСТОВ С НАПОЛНИТЕЛЯМИ  
А.Н. Калинка**

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск,  
Республика Беларусь

Композиции на основе смесей вторичных термопластов, наполненные полимерными волокнами и частицами растительного происхождения, характеризуются низкой текучестью в состоянии переработки, что накладывает ограничения на выбор метода и параметров процесса формообразования изделий. один из возможных методов изготовления изделий – прессование предварительно пластицированной заготовки. ввиду высокой вязкости расплава на показатели текучести влияет скольжение на границе заготовка – формообразующая поверхность, охлаждение заготовки при контакте с формообразующей поверхностью. Это затрудняет формообразование изделий и усложняет определение показателей вязкопластических свойств. Цель работы – установление технологических характеристик композиций, содержащих смеси высоковязких полимеров и наполнители, и параметров процесса прессования изделий.

Исследовали композиции на основе отходов полипропилена, ПВХ и АБС-пластика, содержащие до 50 мас.% волокнистых и дисперсных наполнителей. Композиции пластицировали в экструдере ЧП 32-25 при режимах, типичных для переработки матричных термопластов. Плиты с толщиной 5-7 мм прессовали из экструдированных заготовок при температуре формы 60-80°C, среднем давлении 7 МПа; время выдержки под давлением

3 мин.

Для определения предела текучести и коэффициента трения путем сжатия дисков из пластицированной композиции между плоскопараллельными плитами применен способ, учитывающий уменьшение толщины деформируемого слоя в результате охлаждения. По этому методу найдены параметры степенного закона вязкого течения расплавов и пределы текучести композиций как функции температуры и состава. Установлено, что зависимость показателей вязкопластических свойств исследуемых композиций от температуры подчиняется закономерностям, типичным для наполненных термопластов.

На основании результатов испытаний с использованием модели пластичного тела с пределом текучести по Треска найдены параметры процесса прессования и выработаны рекомендации по изготовлению изделий. Определены коэффициенты температуропроводности и механические характеристики полученных прессованием материалов.

Работа выполнена в соответствии с заданием 1.29 ГППИ «Полимерные материалы и технологии».

#### **TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF FILLED SECONDARY THERMOPLASTICS COMPOSITIONS**

**Abstract:** The technological characteristics of filled secondary thermoplastics compositions and parameters of compression moulding are established.

#### **РЕГЕНЕРАЦИЯ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ ТРАВильНЫХ РАСТВОРОВ Р.И.Карпович, Б.А.Гильденберг, О.А.Карпеня**

НИИ ФХП БГУ, г. Минск, Республика Беларусь  
УП «Унидрагмет БГУ», г. Минск, Республика Беларусь

При гидрометаллургической переработке электронного лома (ЭЛ), содержащего драгоценные металлы (ДМ), образуется большое количество медьсодержащих нитратных растворов. По мере снижения величины  $E_{ox}$  растворы выводятся из технологических процессов и утилизируются на очистных сооружениях.

Цель исследований – разработка метода регенерации азотной кислоты в процессе гидрометаллургической переработки ЭЛ.

Установлено, что электрохимические процессы регенерации азотной кислоты носят неустойчивый характер. По мере извлечения меди существенно

увеличивается травильная способность электролита, что приводит к снижению выхода по току (ВТ) меди и катодному восстановлению нитрат-ионов. Степень извлечения меди не превышает 15%. Для увеличения ВТ<sub>к</sub> меди температура электролита не должна превышать 5-7<sup>0</sup>С. Несмотря на высокий окислительный потенциал (+1,43 В н.в.э.) регенерированного раствора, из-за значительного содержания, скорость растворения металлической основы ЭЛ невысока, рабочая емкость по меди составляет не более 28-30 г/л. Разработана двухстадийная схема регенерации азотной кислоты, включающая электрохимическое извлечение меди до содержания свободной азотной кислоты 10-15% и сульфатное высаливание меди с использованием отработанных сернокислых растворов процессов электрохимического аффинажа меди, травления, селективной электрохимической обработки. Образующийся при регенерации азотной кислоты сульфат меди и регенерированная азотная кислота возвращаются в технологический процесс.

Двухстадийная схема регенерации сокращает расход азотной кислоты на 30-50%. В процессе регенерации образуется компактный катодный осадок меди с содержанием основного компонента не менее 75%. Объем кислых стоков сокращается на 40 %.

#### **REGENERATION OF COPPER PICKLING SOLUTION**

**Abstract:** Electrochemical regeneration processes of pickling solutions on the basis of nitric acid have unstable character. Cathodic reduction of nitrates – ions results in reduction of an unstable current of copper. The degree of extraction of copper does not exceed 15 %. The working capacity of regenerated solution on copper, makes no more 28-30 g/l. The two-phase circuit of the nitric acid, regeneration including electrochemical extraction of copper up to the contents of free nitric acid of 10-15 % and crystallization of copper as sulfate with use spent solution sulfuric is designed. Resulting of nitric acid regeneration sulfate of copper and the regenerated nitric acid comes back in technological process of hydrometallurgical processing the electronic scrap containing precious metals.

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ  
РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ЛОМА, СОДЕРЖАЩЕГО ДРАГОЦЕННЫЕ  
МЕТАЛЛЫ**

**Р.И.Карпович, Б.А.Гильденберг, И.Д.Макута, А.В.Царев, Г.М.Корзун**

НИИ ФХП БГУ, г. Минск, Республика Беларусь  
УП «Унидрагмет БГУ», г. Минск, Республика Беларусь

Используемые технологии переработки радиоэлектронного лома (РЛ) базируются на пирометаллургическом и гидрометаллургических методах, требующих больших энергозатрат, обезвреживания жидких кислотных и щелочных стоков, воздушных выбросов.

Исследовали возможность селективной электрохимической обработки РЛ на металлической основе с получением концентрата драгоценных металлов (ДМ), сохранением металлической основы, отсутствием стоков и воздушных выбросов.

Исследования проводили методами потенциометрии и кулонометрии. Состав растворов определяли атомно-абсорбционным методом. Содержание ДМ в твердой фазе устанавливали рентгенофлуоресцентным и эмиссионно-спектральными методами. Наиболее высокие результаты получены при использовании электролита на основе серной кислоты, охлаждаемых электродов и анодов с окисно-титановым покрытием поверхности. Выполнены расчеты материального, теплового балансов и баланса напряжений. Установлено, что основными электродными процессами являются: образование неустойчивых пироксосоединений, в результате распада образуется мелкодисперсная твердая фаза, содержащая ДМ. Получены следующие результаты: концентрация ДМ в анодном шламе до 90%, степень извлечения ДМ в шлам – 95-99,5%. Выход медьсодержащей основы составляет 85-95%. Удельные энергозатраты составляют 200-300 кВт/час на 1кг извлекаемых ДМ.

Переработка РЛ электролизом в растворе серной кислоты обеспечивает возможность оборотного использования электролита, его регенерацию или использование в процессах гидрометаллургической переработки РЛ. Отсутствие вредных выбросов и стоков обеспечивает экологическую безопасность производства.

Использование двухстадийной обработки РЛ: первая стадия – обработка в электролите на основе серной кислоты, вторая стадия – электролиз в электролите на основе сульфата меди, что позволяет получать катодный осадок с содержанием меди не менее 99,9 %.

**RESOURCE-SAVING TECHNOLOGY OF ELECTRONIC SCRAP  
PROCESSING CONTAINING PRECIOUS METALS**

**Abstract:** Anodic polarization of electronic scrap containing precious metals in sulfuric electrolyte provides extraction of gold and silver as sludge. Total concentration of precious metals in sludge makes up to 90 %. Processing of a electronic scrap in two stages provides reception of a cathodic deposit with the contents of copper up to 99,9 %. The area of values of electrodic working potentials current densities is determined.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА  
ХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННОГО ОБО-  
РУДОВАНИЯ**

**Ю.В. Клименков, В.Л. Малевич<sup>1</sup>, В.А. Николаев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт тепло- и массообмена НАН Б, г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Объединенный институт энергетических и ядерных исследований-Сосны НАН Б,  
г. Минск, Республика Беларусь

В процессе эксплуатации теплообменного оборудования образуются отложения в результате выделения солей жесткости из теплоносителя, происходит нанос и оседание взвешенных в воде частиц, образование продуктов коррозии. К таким веществам относятся бикарбонаты и карбонаты кальция, магния, марганца, отличающиеся большой плотностью и прочной связью с металлом.

Предотвращение и своевременное обнаружение загрязнений питательной водой, установление допустимого уровня внутренних отложений, при которых теплообменник работает эффективно, является важной задачей, которая может быть решена с помощью наиболее распространенного способа очистки – химической реагентной отмывки.

Для оценки эффективности моющего раствора была разработана и изготовлена экспериментальная установка, позволяющая исследовать процесс промывки на элементах теплообменников или проводить отмывку теплообменного аппарата в целом. Исследования проводились на теплообменных трубах из нержавеющей стали X18H10T парового котла-утилизатора, который работал на воде из системы водоснабжения города. Отмывка проводилась растворами на основе сульфаминовой кислоты и реагента Трилон Б. После каждого этапа отмывки экспериментальный участок разбирался, трубки просушивались. Путем взвешивания определялась убыль массы отложений за каждый этап, а также за все время очистки.

Экспериментальные исследования позволили сформулировать следующие рекомендации:

высокая скорость протекания реакции с компонентами накипи и образование хорошо растворимых солей, а также умеренная кислотная сила сульфаминовой кислоты позволяют получить высокое качество очистки труб;

при удельных отложениях накипи примерно  $2400 \div 2800$  г/м<sup>2</sup> исходная концентрация моющего раствора на основе сульфаминовой кислоты должна составлять 3,5 ÷ 4%;

температура моющего раствора должна находиться в пределах 30 ÷ 40 °С;

рекомендуемая скорость циркуляции моющего раствора 0,5 ÷ 1,0 м/с;

продолжительность процесса составляет 8 ÷ 10 часов.

Освидетельствование водогрейного котла-утилизатора, сданного в эксплуатацию в 2000 году на хлебозаводе №3 (г. Гомель) показало, что входные участки большинства теплообменных труб забиты солевыми отложениями. После предварительной механической чистки аппарата была проведена химическая отмывка 4% раствором сульфаминовой кислоты при температуре 40 °С в течение 10,5 часов, что позволило полностью очистить аппарат от солевых отложений.

#### **EXPERIMENTAL RESEARCH OF PROCESS OF CHEMICAL CLEARING HEAT UTILIZERS**

**Abstract:** Installation is developed and the experimental research of process of chemical clearing of pipes of a heat exchanger from salt adjournalment is executed. Recommendations about application of solutions and to clearing regulations are presented.

#### **ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ И СТРУКТУРЫ УГЛЕРОДНЫХ МОДИФИКАТОРОВ НА ОПТИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЁНОК**

**Т.И. Ковалевская, М.И. Игнатовский, А.И. Свириденко**

ГНУ «Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения НАН Беларуси», г. Гродно, Республика Беларусь

В последнее время, в связи с разработкой и применением структурированных углеродных наночастиц, появились новые возможности для расширения номенклатуры изделий оптической промышленности (линзы,

фильтры, защитные экраны, поляризаторы, волноводы, автомобильные стекла и др.) на основе органических полимеров.

Для модификации полимера нами использовались микроразмерные частицы графита и ультрадисперсный наноматериал, содержащий от 30 до 60 мас.% многостенных углеродных нанотрубок. Полимерные композитные пленки поливинилового спирта и желатина получали поливом водной дисперсии смеси порошков полимера и наполнителя на поверхность пластин монокристаллического кремния или стекла. Пленки на основе полиамида 6 изготавливали прессованием гранул композита при температуре стеклования.

Исследованы оптические и структурные характеристик полимерных пленок. Установлено, что в видимой области спектра в пленках на основе желатина и поливинилового спирта пропускание света практически не зависит от длины волны. В ультрафиолетовой области углеродные частицы не имеют собственных полос поглощения. Показана зависимость степени кристалличности концентраторов – пленок от атомной структуры углеродного наполнителя. При наполнении ПВХ углеродным наномодификатором с невысоким процентом содержания нанотрубок степень кристалличности полимерного композита не отличается от значения, полученного при наполнении полимера порошком графита микронной дисперсности. При 60 мас.% содержания углеродных многостенных нанотрубок в материале наномодификатора, степень кристалличности композита возрастает. В случае агрегации, нанотрубки образуют кластеры со структурой оптического фрактала и в пленках появляются пространственные флуктуации прозрачности, сопровождающиеся отклонением от закона Бугера-Ламберта-Бера.

#### **INFLUENCE OF CARBON MODIFIER'S DISPERSION AND STRUCTURE ON POLYMERIC FILMS OPTICAL AND STRUCTURAL PROPERTIES**

The optical and structural properties of polymeric films modified by carbon micro- & nanoparticles have been investigated. It has established that the composite films from gelatin and polyvinyl alcohol relatively have good clarity in visible region of the spectrum. The carbon particles have not the absorptions bands in ultraviolet region. Microparticles reduce a x-ray crystallinity degree of the films. The nanotubes compose a cluster like an optical fractal in case of aggregation.

**ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ РАБОТЕ  
ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ  
СОВРЕМЕННЫХ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
В.Л. Колпашиков, М.Г. Сыскова**

ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова» НАНБ, г. Минск,  
Республика Беларусь

Недостаточная герметичность разъемных соединений или узлов трения в промышленном оборудовании различного назначения является одной из наиболее частых причин отказов в работе оборудования, возрастания затрат на его ремонт и обслуживание, потерь тепла и энергии, потерь энергоносителей, возникновения аварийных ситуаций, загрязнений окружающей среды. Одним из путей повышения эффективности и надежности эксплуатации промышленного оборудования промышленных предприятий различного назначения является внедрение новейших технических решений в области использования современных уплотнительных материалов.

Изучен рынок современных уплотнительных материалов и проведена их сравнительная характеристика. Показано, что для повышения надежности и безопасности эксплуатации основного оборудования промышленных предприятий целесообразно использование уплотнений на основе терморасширенного графита (ТРГ). Изучен опыт эксплуатации таких уплотнительных материалов на различных предприятиях РБ, РФ, стран СНГ и дальнего зарубежья.

Установлены количественные закономерности по снижению потерь ТЭР и энергии за счет применения уплотнительных материалов и технологий на основе ТРГ. Проведен расчет экономической эффективности от замены существующих уплотнительных материалов на материалы из ТРГ для центробежного насоса для перекачки битума, используемого на НПЗ, включающий учет экономии от затрат на материал, от сокращения потерь рабочей среды, от снижения затрат на привод насоса, экономии за счет увеличения срока службы защитной гильзы вала. Проведен расчет экономического эффекта от сбережения воды.

Проведен расчет экономии энергоресурсов за счет снижения потерь рабочего тела через уплотнения штока турбины ТЭС при использовании уплотнительных материалов на основе ТРГ. Приведены данные по ожидаемой экономии для некоторых предприятий «Белэнерго».

Представлены результаты мониторинга по использованию уплотнительных материалов на РУП «Беларуськалий» и определена экономия при эксплуатации насосного оборудования вследствие замены сальниковых

набивок насосов на набивки из ТРГ.

**ENERGY AND RESOURCES SAVING IN OPERATION OF INDUSTRIAL  
EQUIPMENT DUE TO INTRODUCTION OF MODERN SEALING  
MATERIALS**

**Abstract:** The report presents the results on economy of fuel and energy resources in operation of industrial equipment due to introduction of modern sealing materials based on thermally expanded graphite.

**ПРИМЕНЕНИЕ ЭПОКСИФУРАНОВЫХ КОМПОЗИТОВ В  
КАЧЕСТВЕ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЕТАЛЕЙ ГОРНОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ  
А.В. Конопляник**

ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным  
производством», г. Солигорск, Республика Беларусь

Для определения возможности применения эпоксифурановых композитов в качестве защитных покрытий деталей горного оборудования были выполнены исследования механизма и закономерностей их изнашивания потоком жидкости, содержащей галитовые хвосты. Установлено, что при малых углах атаки и концентрации ( $C_0$ ) галитовых хвостов доминирующим видом изнашивания является кавитационное. По мере увеличения  $C_0$  наблюдается переход к преимущественно абразивному изнашиванию покрытия. При этом скорость изнашивания ( $i$ ) композита с исходным наполнителем монотонно растет. Модифицирование наполнителя повышает сопротивление композита изнашиванию в 2-4 раза благодаря образованию эластичного слоя, способного снижать напряжения и поглощать энергию удара при схлопывании микрополостей потока и контакте с частицами абразива, содержащимися в рабочей жидкости. При использовании в качестве модификаторов ХСПЭ и АПП получена немонотонная зависимость  $i(C_0)$ . Это обусловлено конкуренцией двух факторов: уменьшением скорости образования микрополостей в потоке с ростом  $C_0$ , с одной стороны, и увеличением числа абразивных частиц и энергии микроудара при схлопывании пузырьков – с другой. Максимальной износостойкостью обладают композиты, наполнитель которых модифицирован атактическим полипропиленом.

При больших углах атаки преобладающим механизмом становится гидроабразивное изнашивание, а скорость изнашивания всех композитов

монотонно увеличивается с ростом  $C_0$ . Наиболее эффективным модификатором ( $i$  снижается в 5-8 раз) является хлорсульфированный полиэтилен, образующий эластичную пленку с деформацией при растяжении, достигающей 1200%. С ростом скорости ( $x$ ) движения потока жидкости показатель  $i$  растет по экспоненциальному закону. Адсорбционное модифицирование алумосиликатов снижает скорость изнашивания композитов, при чем, кривые  $i(x)$  становятся более пологими.

#### **APPLICATION OF EPOXYFURANE COMPOS AS COVER PROTECTIVE DETAILS OF MOUNTAIN EQP**

**Abstract:** Exploring a mechanism and conformities to the law of wear of sheeting of details of mountain equipment on the basis of epoksyfuranovykh compos by the stream of liquid containing galytovye tails, it is set that the retrofitting of napolnytelya promotes resistance of compo to the wear in 2-4 times due to formation of elastica able to reduce tensions and to take in energy of blow.

#### **КОМПОЗИЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ Н. К. Лулева, Т. И. Езовитова**

ГНУ «Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси», г. Минск,  
Республика Беларусь

В среде обитания человека практически все материалы горючи и для снижения риска воспламенения от малокалорийных источников требуют дополнительной обработки. В строительстве жилья и общественных зданий существуют нормативные документы, предписывающие обязательную огнезащитную обработку антипиренами, которая и проводится. Однако динамика роста числа пожаров и расчет их ущерба выдвигают требования по созданию и использованию более эффективных ингибиторов горения.

Цель исследования – разработать новый состав антипирена, обеспечивающий универсальную защиту древесины: устойчивость к воздействию огня, биоповреждениям микроорганизмами, насекомыми, грибами, а также сохранность этих свойств при воздействии погодных условий и т. п. Составы разрабатываемых композиций базируются на сочетании пленкообразующих препаратов (ПВС, КМЦ, МЦ, водно-органических дисперсий) и ингибиторов горения различных фосфорсодержащих соединений. Оценку огнезащитных свойств обработанных композициями древесных брусков, контроль фунгитоксичных свойств, водостойчивость

осуществляли по стандартным методикам, сертифицированным в Республике Беларусь. Как следует из проведенных испытаний эффективность огневой защиты определяется введением фосфоразотного антипирена в количестве » 30 % и не зависит от типа связующего. Фунгитоксичность состава определяется характеристиками антипирена, и введение ингибитора горения в указанном выше количестве приводит к получению композиции, обладающей высокой устойчивостью к действию дереворазрушающих грибов и микроорганизмов. Водостойчивость композиции зависит от типа и количества пленкообразующих препаратов. В ряду исследованных материалов наилучшую устойчивость имела композиция, в состав которой вводили водноорганические дисперсии (винилацетатные или акриловые). Методами химического, рентгенографического и ДТ анализов изучен механизм действия тушащих свойств разработанных композиций. Установлено, что композиция данного типа снижает температуру начала дегидратации древесины, частично этерифицирует полимер, повышает стабильность целлюлозных звеньев к термическим превращениям, в интервале температур 350–500 °С приводит к образованию обуглероженного фосфорсодержащего поверхностного слоя с низкой теплопроводностью, а также к уменьшению в зоне горения содержания кислорода за счет выделения негорючих летучих продуктов пиролиза.

#### **WOOD COMPLEX PROTECTION COMPOSITION**

**Abstract:** The developed composition consists of fire-retardant additive (phosphorus and nitrogen containing) and film-forming compounds (organoaqueous dispersions) providing the high level of wood flame-retardency and its bio-water stability.

#### **СВОЙСТВА АНТИПИРЕНА ДЛЯ ОГНЕЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ Н.К.Лулева, Л.И.Петровская**

ГНУ «Институт общей и неорганической химии Национальной академии наук  
Беларуси», г.Минск, Республика Беларусь

Каждый год в Республике Беларусь происходит более 11 тыс. пожаров, экономический ущерб от которых оценивается десятками миллиардами рублей. Большие потери приходятся на деревянные конструкции и сооружения, не подвергнутые защитной обработке. В этой связи актуальным является разработка экологически безопасных ингибиторов горения и изучение их физико-химических свойств.

В настоящее время наиболее перспективными и широко применяемыми

для придания огнестойкости древесины являются фосфорозатные антипирены вспучивающегося типа. Нами разработаны интумесцентные антипирены на основе полифосфата аммония, водно-органической дисперсии, полиола, амида и неорганических соединений. Изучено влияние концентрации составляющих ингредиентов на эффективность огнезащитных свойств и различных типов и марок водно-органических дисперсий, вводимых в лучший разработанный фосфорозатный антипирен, на водостойкость антипирированной древесины. Для лучших составов разработанных ингибиторов горения потеря массы образцов при испытаниях по ГОСТ 16363-98 находятся в пределах 4,4 – 6,5 мас.%, поэтому разработанный препарат относится по огневой эффективности к первой группе огнезащитных свойств. При испытаниях на водостойкость препаратов лучшая сохранность фосфора наблюдается в образцах с использованием водно-органической дисперсии марки HW 1 (фирма FINNDISP). Сравнение винилацетатной дисперсии этого типа с применяемой винилацетатной дисперсией CRAYMUL 2322 (фирма CRAY VALLEY) показало, что сохранность фосфора в импрегнированных образцах увеличивается с использованием дисперсии марки HW 1 в 1.9 раз.

Методами рентгенофазового, химического и ДТ анализов исследованы продукты в интервале 20-700°C термораспада древесины. Защитный состав был приготовлен с использованием дисперсии HW 1 и неорганических добавок: перлит, вермикулит или тальк (5 мас.%). Установлено, что введение в антипирен добавок не оказывает существенного влияния на ход кривых ТГ и выход углеродного остатка при 700 °С (38 – 41 мас.%), при этом основной процесс термораспада и потеря массы происходит в области температур 200-350°C. Рентгенофазовым анализом показано, что по мере нагревания антипирированной древесины в продуктах термораспада исчезают большинство кристаллических фаз, дифракционные пики которых относились к кристаллическим соединениям состава антипирена.

#### **PROPERTIES FIRE-RETARDANT ADDITIVE FOR WOOD FLAME RETARDANS**

It is shown, that on a measure of heating aanti-pyrired wood in products thermodecomposition disappear the majority of crystal phases, diffraction which peaks concerned to crystal connections of structure afire-retardant additive

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ РОТОРНОГО МАСООБМЕННОГО АППАРАТА И ПОТРЕБЛЯЕМОЙ РОТОРОМ МОЩНОСТИ И.А. Лютаревич, В.А. Марков**

УО «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск,  
Республика Беларусь

Вопрос уменьшения энергозатрат массообменных аппаратов, а в отдельных случаях и материалов на их изготовление, в настоящее время решается путем интенсификации проводимых в них процессов. Важной характеристикой таких аппаратов, определяющей энергозатраты на проведение процесса, является гидравлическое сопротивление. Исходя из этого, нами проведены экспериментальные исследования на модели роторного массообменного аппарата, в котором взаимодействие газа и жидкости осуществлялось в зоне интенсивного диспергирования жидкости вращающимся ротором (полый перфорированный цилиндр), а также на поверхности пленки жидкости стекающей по корпусу аппарата. Для интенсификации проводимых процессов использовался закрученный газовый поток, который создавался тангенциальным вводом газа (воздуха) в аппарат и крыльчаткой, установленной на валу ротора. Плотность орошения изменялась в пределах 3.266-7.941 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·ч), средняя скорость газа 1.6-4.2 м/с, число оборотов ротора 600-1400 мин<sup>-1</sup>.

В задачу исследований входило получение зависимостей для расчета гидравлического сопротивления и потребляемой ротором мощности. Для измерения величины гидравлического сопротивления использовался спиртовой микроанометр.

В результате проведения исследований было установлено, что плотность орошения и частота вращения ротора существенного влияния на гидравлическое сопротивление не оказывали. Максимальное относительное отклонение между значениями, в указанном диапазоне изменения нагрузок по жидкости и числа оборотов ротора, не превышало 2 %.

Кроме гидравлического сопротивления на величину удельных энергозатрат будут оказывать влияние затраты мощности на вращение ротора. Они определялись по разности мощностей (электронным ваттметром), потребляемых приводным электродвигателем и с установленным на нем ротором.

Величина потребляемой мощности с возрастанием скорости газа, а также с увеличением числа оборотов уменьшалась. Это объясняется тем, что газовый поток воздействует на крыльчатку, установленную на валу, и таким

образом способствует вращению ротора.

На основании обработки экспериментальных данных были получены расчетные зависимости для определения гидравлического сопротивления и потребляемой ротором мощности с отклонением расчетных и экспериментальных значений не более 3 %.

#### **RESEARCH OF HYDRAULIC RESISTANCE OF THE ROTOR MASS TRANSFER DEVICE AND POWER CONSUMED BY THE ROTOR**

**Abstract:** On model of the rotor mass transfer device hydraulic resistance and power consumption was investigated. On the basis of processing experimental data dependences for their calculation are received.

#### **КОНСЕРВАЦИОННЫЙ СОСТАВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ В АТМОСФЕРЕ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ХЛОРИДОВ**

**Л.П.Майко**, Л.Д. Шапорева, Т.Я.Царюк, Д.А.Хоняк, Л.А.Глазков, А.В.Сиводед

ГНУ «Институт проблем использования природных ресурсов и экологии» НАН Беларуси, г.Минск, Республика Беларусь

Для защиты от коррозии стационарного оборудования ОАО «Беларуськалий», эксплуатирующегося в атмосфере с повышенным содержанием хлоридов, используют пушечную смазку ПВК из России и смазку республиканского производства КС-У. Эти углеводородные смазки по защитной эффективности не удовлетворяют требованиям эксплуатации, имеют низкую температуру сползания и в летнее время стекают с наклонных и вертикальных поверхностей, вызывая ускоренный коррозионный износ, загрязнение производственных площадей и нарушение экологического равновесия окружающей среды. Недостаточный уровень защитных свойств вызывает необходимость частой переконсервации оборудования, что ведет к значительным материально-, трудо и энергозатратам.

В связи с этим целью данной работы является создание и организация производства пленкообразующего ингибированного состава (ПИНС) на основе республиканского сырья.

Для создания ПИНС изучен ассортимент продуктов, полупродуктов и отходов нефтехимической промышленности республиканских предприятий.

Выполнен комплекс исследований по подбору исходных компонентов состава: загустителей (пленкообразователей), пластификаторов, структурирующих компонентов и растворителей. В результате оптимизации состава разработан ПИНС, который имеет высокий уровень термопластичных свойств - температуру каплепадения активного вещества не ниже 65 °С. Защитная эффективность в камере сернистого ангидрида и электролите значительно превышает эффективность известных товарных аналогов.

Установлены основные технологические параметры изготовления состава, определяющие порядок ввода компонентов, температурные режимы и режимы перемешивания компонентов на каждой стадии технологического процесса.

Для организации производства ПИНС разработаны ТУ РБ 100649721.038–2002 «Состав нефтяной ингибированный пленкообразующий ЗТП» и соответствующая технологическая документация. Опытная партия его испытана на ОАО «Беларуськалий». Состав защищен авторским свидетельством.

Разработанный ПИНС легко наносится, используется без последующей расконсервации. По ряду эксплуатационных свойств превосходит товарные аналоги и его применение позволяет получить соответствующий экономический эффект.

#### **A CONSERVATION COMPOUND FOR METAL PRODUCE PROTECTION IN THE ATMOSPHERE WITH ENHANCED CHLORIDES CONTENT**

**Abstract:** The purpose of the present work is creation and the organization of manufacture film-forming inhibited mix on the basis of republican raw material. The complex of researches on selection of initial components is executed. Developed mix has a high level thermoplastic properties, and on a line of operational properties surpasses commodity analogues.

**СЛОЖНО-СМЕШАННЫЕ, NPK-СОДЕРЖАЩИЕ УДОБРЕНИЯ НА  
ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ БЕЛОРУССКИХ  
ФОСФОРИТНЫХ РУД**

**Ф.Ф. Можейко, Т.Н. Поткина, И.И. Гончарик**

Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси, г. Минск,  
Республика Беларусь

Ранее нами показано, что при обогащении низкосортных фосфоритов белорусских месторождений могут быть получены два конечных целевых продукта: флотационный концентрат с содержанием  $P_2O_5$  не ниже 27% для химической переработки на экстракционную фосфорную кислоту и водорастворимые комплексные удобрения, а также фосфоритная мука 2-3 сортов.

В настоящей работе приведены результаты исследований по улучшению агрохимических свойств фосмуки, повышению усвояемости растениями соединений фосфора на любых видах почв путем ее механохимической активации в присутствии физиологически кислых удобрений, агломерирования активированной смеси в барабанном грануляторе-сушилке с получением сложно-смешанных медленнодействующих удобрений с требуемым соотношением питательных элементов. Установлено, что использование этих методов позволяет перевести в лимонно-цитратнорастворимые формы до 95% соединений фосфора, содержащихся в фосфоритной муке, вследствие превращения фторкарбонатапатита в аморфный трикальцийфосфат, который взаимодействует с сульфатом аммония и другими компонентами с образованием более растворимых соединений.

На основе активированной фосфоритной муки разработаны составы сложно-смешанных (NP, PK, NPK) удобрений и изучены их физико-химические и механические свойства в зависимости от состава, соотношения питательных элементов, содержания связующего, а также исходной влажности шихты, используемой для гранулирования. Показано, что комплексные удобрения на основе фосмуки, сульфата или нитрата аммония, хлорида калия даже в жестких условиях хранения (при повышенной влажности воздуха) практически не слеживаются, не комкуются, а влагопоглощение их при относительной влажности воздуха 81,5% (среднегодовая по стране) после 14 дней хранения составляет около 4%.

Агрохимические испытания, проведенные Институтом почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, полученных комплексных удобрений, в составе которых фосфор на 10-30% представлен активированной фосфоритной мукой, при возделывании озимых зерновых культур, ярового рапса, ячменя, гречихи,

картофеля показали, что их эффективность была на уровне стандартных комплексных водорастворимых удобрений.

**COMPLEX MIXED NPK - CONTAINING FERTILIZERS ON THE BASIS  
OF THE PRODUCTS OF BELORUSSIAN PHOSPHORITE ORES EN-  
RICHMENT**

**Abstract:** The compositions of the complex mixed (NP, PK, NPK) fertilizers on basis of activated phosphorite flour are developed and their physical chemistry and mechanical properties are studied. It is shown that at the cultivation of winter cereal crops their effectiveness was at the level of standard complex water-soluble fertilizers.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТРАБОТАННЫХ ВАНАДИЕВЫХ  
КАТАЛИЗАТОРОВ**

**ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГЛАЗУРНЫХ ПОКРЫТИЙ**

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

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь

При получении серной кислоты применяются ванадиевые катализаторы, содержащие  $V_2O_5$ . В Республике Беларусь серную кислоту производят на ряде предприятий. Отработанные ванадиевые катализаторы (ОВК) накапливают и вывозят на переработку в Россию за счет собственных средств предприятий.

Ванадий не образует самостоятельных рудных месторождений и в природе встречается в составе минералов. Получение ванадия и его соединений относится к многостадийным и дорогостоящим процессам. Хранение отработанных ванадиевых катализаторов (ОВК) перед отправкой на переработку представляет опасность для окружающей среды, так как  $V_2O_5$ , хотя и в небольшой степени, растворяется в воде. Указанные причины обуславливают необходимость проведения исследований по утилизации ОВК и разработке технологий их переработки.

Фазовый состав ОВК представлен  $\alpha$ -кварцем, а так же сульфатами, полисульфатами и ванадатами калия, натрия и других металлов. Значительное содержание в составе ОВК оксида ванадия (V) обуславливает возможность синтеза окрашенных стекол и стекловидных покрытий.

Проведено исследование возможности применения отработанных ванадиевых катализаторов при синтезе фриттованных цветных глазурей.

Синтез глазурных фритт осуществлен в боросиликатной системе (количество ОВК – 40-55%) при температуре 1350–1400°C. Полученные боросиликатные расплавы не агрессивны. Стекла окрашены в черно-зеленый цвет и имеют блестящую поверхность. Получены также декоративные глазурные покрытия преимущественно серо-зеленых тонов матовой и полуматовой фактуры. Оптимальный температурный интервал обжига покрытий составляет 950-1000°C, ТКЛР –  $(73-85) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ , твердость по Моосу – более 5.

Проведенные исследования свидетельствуют о возможности использования ОВК при синтезе цветных глазурей, предназначенных для декорирования облицовочных плиток, изразцов и изделий художественной керамики. Применение синтезированных глазурей обеспечит снижение затрат на сырьевые материалы за счет отказа от использования дорогостоящих импортных красящих компонентов.

#### USING OF WORKED OUT VANADIUM CATALYSTS FOR PRODUCTION OF GLAZE COVERINGS

**Abstract:** chemical and phase composition, behaviour of worked out vanadium catalysts at heat treatment have been investigated. Opportunity of their using at coloured glazes synthesis has been established. Estimation of the main properties of glaze coverings has been carried out.

#### ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОДУКЦИИ КАК ЗАЛОГ ЕЕ ВЫСОКОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

З.С.Пархомова<sup>1</sup>, А.М.Пархомова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В.Лыкова НАН Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

Высшим приоритетом энергетической политики Республики Беларусь наряду с устойчивым обеспечением страны энергоносителями является создание условий для функционирования и развития экономики при максимально эффективном использовании топливно-энергетических ресурсов.

На обеспечение энергетической безопасности республики направлена Директива Президента Республики Беларусь 14 июня 2007 г. №3 «Экономия и бережливость - главные факторы экономической безопасности государства», в которой указано на необходимость принятия кардинальных меры по

экономии и бережливому использованию топливно-энергетических и материальных ресурсов, разработке и внедрению новых энергоэффективных технологий и техники во всех сферах производства, в том числе агропромышленном комплексе, а также активизация привлечения иностранных инвестиций для технического переоснащения и модернизации основных производственных средств с целью внедрения энерго- и ресурсосберегающих технологий для снижения энергоемкости выпускаемой продукции.

В настоящий момент перед белорусскими производителями сельхозпродукции руководством страны поставлена задача повышения эффективности работы по производству молока и молочных продуктов с одновременным снижением энергоемкости производимой продукции.

Для этого нужно снижать себестоимость продукции за счет внедрения энергоэффективного оборудования и проводить ряд маркетинговых мероприятий.

Основная масса конкурентных преимуществ, в том числе и энергоэффективность закладывается на стадиях НИОКР.

В современных условиях достижение этих целей возможно только путем внедрения в животноводческую отрасль высокотехнологичного оборудования, а именно измельчителей-смесителей-раздатчиков кормов. Эти машины дают новую энергосберегающую технологию кормления КРС. Благодаря совмещению операций погрузки, транспортировки, измельчения, взвешивания и дозированной раздачи кормовых смесей из множества компонентов агрегат стал универсальным транспортно-технологическим средством в кормопроизводстве.

#### ENERGY EFFICIENCY OF PRODUCTION AS A PLEDGE OF ITS HIGH COMPETITIVENESS

**Abstract:** An increase of competitiveness of the equipment for the agroindustrial complex is analyzed in view of a decrease of its power consumption

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО МРАМОРНОГО  
КАЛЬЦИТА  
В ПРОИЗВОДСТВЕ БУМАГЕ ДЛЯ ПЕЧАТИ  
А.А. Пенкин<sup>1</sup>, В.И. Темрук<sup>2</sup>, Т.В. Соловьева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>УП «Бумажная фабрика» Гознака, г. Борисов, Республика Беларусь

Карбонатные наполнители широко используются в производстве печатных видов бумаги. Различают два вида таких наполнителей: природный (GCC) и осажденный (PCC). Использование GCC по сравнению с PCC имеет следующие преимущества: лучшее обезвоживание и сушка бумажного полотна, пониженный расход проклеивающих веществ, повышенная прочность бумаги.

Существует три разновидности пород, используемых в качестве исходного сырья в производстве GCC: мел, известняк, мрамор. Используемые в бумажном производстве наполнители на основе мрамора характеризуются очень высокой белизной и дисперсностью. В связи с высокой дисперсностью мраморных наполнителей, актуальна задача достижения их высокого удержания в композиции бумаги.

Эффективным способом повышения удержания наполнителя и улучшения потребительских свойств бумаги является модифицирование последнего различными полимерными составами, которое приводит к уменьшению степени дисперсности наполнителя и изменению характера взаимодействия с целлюлозным волокном.

Целью настоящей работы являлось определение влияния модифицирования мраморного кальцита катионным крахмалом на его удержание и на структурно-механические и печатные свойства бумаги.

Для количественной интерпретации процесса модифицирования мраморного кальцита и его влияния на свойства бумаги для печати использованы методы микроэлектрофореза, седиментации суспензий в гравитационном поле, сканирующей электронной микроскопии, а также общепринятые в промышленности стандартные методики определения показателей качества бумаги.

Опытно-промышленные испытания по модифицированию мраморного кальцита раствором катионного крахмала были проведены в производственных условиях УП «Бумажная фабрика» Гознака. Установлено, что использование модифицированного мраморного кальцита позволяет повысить его удержание до 7,8 % при одновременном улучшении структурно-механических и печатных

свойств бумаги.

**MODIFICATION OF MARBLE FILLER IN PRINTING PAPER PRODUCTION**

**Abstract:** calcium carbonate fillers for paper are today divided into two main categories: the natural ground calcium carbonate – GCC and the precipitated grades of calcium carbonate – PCC. Particle size distribution as well as electrokinetic properties ( $\zeta$ -potential) of GCC filler based on marble its retention and printability of paper was investigated. Mill trials of modification of marble with cationic starch confirmed that paper producing with modified filler has increasing filler retention and higher printability.

**ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ СВАРКА РОТОРА  
ТУРБОКОМПРЕССОРА  
И.Л.Поболь, А.В.Гринкин, А.И.Поболь**

Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

Для наддува двигателя внутреннего сгорания путем принудительной подачи сжатого воздуха в цилиндры двигателя турбокомпрессором используется энергия выхлопных газов. Обеспечивается полнота сгорания топлива, достигается более высокая мощность.

Турбокомпрессор состоит из центробежного компрессора и радиально-осевой турбины, связанных между собой при помощи вала ротора. Колесо турбины изготавливают из жаропрочного никелевого сплава и присоединяют к валу ротора сваркой. При используемой скорости вращения (120 000 об/мин) требования к качеству узла, а также к механическим характеристикам деталей ротора очень высокие. Наиболее распространенным в настоящее время методом присоединения колеса к валу является сварка трением. При простоте этого варианта он не обеспечивает высокого качества и стабильности свойств соединения, в том его прочности.

Существует равновесие мощностей между турбиной и компрессором турбокомпрессора. Подача и давление воздуха в турбокомпрессор без регулирования давления наддува пропорциональны энергии отработавших газов, т.е. числу оборотов турбины. Целесообразно для облегчения раскручивания выхлопными газами турбины снизить массу колеса. Наряду с применением традиционных жаропрочных сплавов ведется поиск материалов, обладающих меньшей плотностью (в частности, системы Ni – Cr – Al). Ряд

таких сплавов, имеющих к тому же более высокие эксплуатационные характеристики при более низкой стоимости, создан в ФТИ НАН Беларуси.

Хорошо известны достоинства метода электронно-лучевой сварки, в ФТИ разработаны технологические процессы ЭЛС и изготавливаются ответственные узлы для более, чем десяти крупных предприятий Беларуси. Совместно с Борисовским заводом агрегатов нами опробован вариант изготовления ротора турбокомпрессора путем ЭЛС колес из ряда жаростойких сплавов с валом из стали 40 с достижением различной глубины сварного шва. Испытания на разрыв по используемой на БЗА методике показали возможность достижения требуемого значения прочности сварного соединения (до 13,6 т-с).

#### **ELECTRON BEAM WELDING OF TURBOCOMPRESSOR ROTOR**

The results of possibility investigation for electron beam welding of turbocompressor rotor are presented.

#### **ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ ПУТЕМ ФОРМОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ**

**Л.Ю. Пшебельская<sup>1</sup>, А.А. Пушница<sup>2</sup>, В.П. Ставров<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>РУП «Осиповичский завод автомобильных агрегатов», г. Осиповичи, Республика Беларусь

Известно, что наиболее эффективным способом переработки полимерных отходов, обеспечивающим улучшение технико-экономических показателей производственно-хозяйственной деятельности предприятия, является повторное их использование. При этом должны учитываться затраты, связанные с разработкой и освоением производства изделий. Эффективность инновационного проекта, направленного на переработку отходов термопластов, возможна лишь при комплексном подходе, включающем обоснование размера инвестиций, которые складываются из затрат на НИОКР, изготовление (приобретение) специальных средств технологического оснащения, отработку технологических процессов, и предусматривающем приближенную оценку себестоимости и цены изделий на основе данных о структуре издержек производства и значений определяющих статей.

Цель работы: оценка границ экономической и экологической

эффективности разработки и освоения производства изделий, получаемых прессованием из не утилизируемых в настоящее время отходов термопластичных полимеров.

В качестве нижней границы эффективности разработки и освоения производства изделий приняты затраты предприятия-источника отходов, связанные с их захоронением. Верхняя граница эффективности определена по критерию окупаемости инвестиций за счет чистой прибыли, которая может быть получена от реализации изделий. На основе статистических данных дана приближенная оценка перечисленных составляющих затрат и лимитной цены изделия.

Предлагаемая методика иллюстрируется примерами оценки эффективности разработки и освоения изделий, получаемых прессованием из предварительно пластицированных композиций на основе отходов АБС-ПВХ-пленки, содержащих включения пенополиуретана.

Работа выполнена по заданию 1.29 ГППИ «Полимерные материалы и технологии».

#### **ESTIMATION OF EXPEDIENCY OF COMPRESSION MOULDING PRODUCTS FROM THERMOPLAST OF POLIMERS WASTES**

**Abstract:** This article describes the directions of use of polymeric waste products as secondary resources and proves the economic efficiency of use waste products of polymers by formation of products.

#### **ВНЕДРЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПЛАВКИ ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫХ СПЛАВОВ НА ПОДОГРЕТОЙ ШИХТЕ**

**С.Л. Ровин, Л.Е. Ровин, Ю.Н. Фасевич**

УП «Технолит», г. Минск, Республика Беларусь

ГГТУ им. П.О. Сухого, г. Гомель, Республика Беларусь

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Теряемая тепловая энергия в действительности не просто рассеивается в атмосфере, а расходуется на «производство» загрязнений окружающей среды: образование пыли, вредных веществ, высокотемпературных газов и т.п. Для осуществления природоохранных мероприятий приходится затрачивать

эквивалентное количество энергии (в соответствии с первым законом термодинамики). Отсюда следует, что экономическая эффективность внедрения способов, сокращающих энергопотребление при плавке, с учетом экологических факторов возрастает более чем в 2 раза.

Очевидно, если оценивать способы интенсификации плавки по такому интегральному показателю, как сокращение удельных затрат электроэнергии, то наибольший эффект обеспечивает предварительных подогрев шихты. На нагрев и расплавление металлозавалки в плавильной печи расходуется примерно 70-75% энергии, перегрев и доводку жидкого металла – 20-30%. Нагрев шихты до температуры 550-750 °С сокращает на 30-35% затраты энергии в первый период плавки.

Наиболее надежным и наименее дорогостоящим способом предварительного нагрева шихты при электроплавке является подогрев вне печи на автономной установке. Экономический эффект при этом обуславливается двумя факторами. Стоимость единицы тепловой энергии, полученной от сжигания природного газа, в 10 раз меньше, чем от преобразования электроэнергии. Второе – термический к.п.д. нагрева шихты за счет продувки составляет 65-70%, что примерно втрое превышает эффективность нагрева шихты в электропечах и, следовательно, суммарные затраты тепла существенно ниже.

Если в цехе отсутствуют свободные площади, нагрев шихты может осуществляться непосредственно в загрузочных бадьях перед завалкой в печь.

Установки данного типа для предварительного нагрева металлозавалки при плавки железоуглеродистых сплавов в электропечах были разработаны БНТУ и УО «ГГТУ им. П.О. Сухого» и успешно внедряются на предприятия республики, в том числе на РУП «ГЛЗ “Центролит”».

Одно- и двухступенчатые установки обеспечивают подогрев шихты в бадьях емкостью 1,5 и 6,0 т до температуры 550-750 °С при расходе газа 15-18 м<sup>3</sup>/т в течении 15-20 мин. Расход газа на установке – от 90 до 300 м<sup>3</sup>/т в зависимости от емкости бадьи.

Подогрев шихты перед загрузкой электропечи является эффективным и экономическим способом, существенно повышающим технико-экономические характеристики плавки чугуна и стали. Подогрев шихты обеспечивает сокращение удельных затрат электроэнергии на 150-160 кВт·ч или снижение стоимости жидкого металла на 18-20 тыс. руб. за 1 т. При годовом производстве отливок 10000 т и выходе годного на уровне 55-60% экономия составляет около 350 млн. руб., что примерно в 7 раз превышает стоимость установки подогрева шихты в загрузочной бадье.

Помимо указанных выше экономических и технологических преимуществ, предварительный внепечной подогрев шихты позволяет

существенно улучшить экологические параметры плавки, условия труда и безопасность работы на электропечах, особенно при работе с «болотом» на индукционных печах.

#### **INTRODUCTION ENERGY SAVING OF TECHNOLOGIES FOR SWIMMING TRUNKS OF IRON-CARBON ALLOYS ON THERMALLY ENRICHED CHARGE**

**Abstract:** The analysis of efficiency and technological peculiarities of the ways of the electric power costs reduction at melting of cast iron and steel in electro arc and induction furnaces is presented. The most perspective for embedding in operating houses for conditions of RB is heating of burden due to natural gas in self-sufficient plants directly in loading bucket (baskets).

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЛОКНИСТО-ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ В КАЧЕСТВЕ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ УДАРНЫХ НАГРУЗОК**

**А.И. Свириденко<sup>1</sup>, В.Н. Дик<sup>2</sup>, И.В. Санукевич<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ГНУ «Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения НАН Беларуси», г. Гродно, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Научно-производственное республиканское унитарное предприятие «ТЕХНОМАГ»

Ежегодно около 75 миллионов людей в мире получают разного рода травмы. С целью минимизации последствий несчастных случаев используют специальные защитные средства. Современная промышленность предлагает широкий спектр различных эластомерных микропористых демпфирующих материалов, использующихся в качестве защитных элементов одежды. Серьезным недостатком большинства из данных материалов является достаточно большой вес и воздухонепроницаемость.

В Беларуси в настоящее время в целях защиты от ударных нагрузок применяется листовая пенополиуретан. Однако данный материал существенно уступает волокнисто-пористому материалу по демпфирующим и гигиеническим показателям.

В ходе предварительного изучения свойств демпфирующих материалов, изготовленных Научно-исследовательским центром проблем ресурсосбережения НАН Беларуси, получены следующие результаты:

1) При оценке ударного действия индентора на защитную пластину с

демпфером из полиолефинового сополимера уменьшилось запреградное действие индентора на 5 мм по сравнению с пакетом баллистической ткани без амортизатора. Для сравнения: использование в качестве амортизатора полиуретановой полосы уменьшает запреградное действие индентора на 3 мм.

2) Исследование вентиляционных свойств полиолефинового образца показало качественное улучшение воздухо-влагообмена при ношении изделий из нового материала.

Таким образом, образцы волокнисто-пористых демпфирующих материалов в сочетании с металлической пластиной значительно ослабляют удар индентора, обладают повышенной воздухопроницаемостью и амортизирующими свойствами по сравнению с используемыми в настоящее время материалами. Материалы предназначены для применения в конструкциях противоударных щитков и вентиляционно-амортизационных системах бронжилетов.

#### **RESEARCH OF THE OPPORTUNITY OF USE OF FIBROUS-POROUS MATERIALS AS MEANS OF THE INDIVIDUAL DEFENCE FROM SHOCK LOADINGS**

**Abstract:** Materials which the modern industry makes are considered, with the purpose of protection against impacts. Opportunities of use of fibrous-porous materials are considered as means of an individual defence from shock loadings. It is determined, that these materials have set of advantages in comparison with now in use Belarus and foreign analogues.

#### **ГЕЛИОСТАНЦИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В. С. Северянин, И. П. Борсук, Ю. В. Румачик**

Учреждение образования Брестский государственный технический университет,  
г. Брест, Республика Беларусь

Постановка задачи для решения энергетических и конструкционных вопросов создания усовершенствованных гелиостанций сводится к следующему: поверхность светоприемника (солнечного концентратора) должна минимально воспринимать кинетическое давление ветровых потоков, поэтому необходимы новые компоновки и геометрия светоулавливающих элементов; эти групповые элементы должны: полностью улавливать сноп лучей от Солнца, без холостого пропуса и отражения, иметь общий фокус (например,

на теплоприемнике – котле), причем между светоприемником и теплоприемником не должно быть заслоняющих конструкций; общая геометрическая ось оптических элементов должна быть все время направлена на Солнце в светлую часть суток, встречать восход, провожать закат, ночью совершать необходимый переход, иметь годовую коррекцию; гелиостанция должна быть универсальной по потреблению улавливаемой солнечной энергии, умеренной в ценовом отношении, пригодной в различных географических условиях.

Метод исследований заключается в разработке, построении и анализе различных геометрических схем оптических и механических систем, а также в расчетном выявлении мощностей принятой и утилизированной энергии.

В результате этих поисковых исследований был создан макет гелиостанции нового поколения. Основное отличие от всех известных конструкций солнечных концентраторов – использование узких конусных концентрических поверхностей, отделенных друг от друга с большим зазором, который создает продуваемость конструкций без ухудшения улавливающих, отражающих и фокусирующих свойств общей оптической системы.

Другая особенность гелиостанции – механическая система наведения геометрической оси оптической системы в течение светового дня на Солнце с учетом сезонных отклонений. Имеется только один электрический привод, работающий в течение года с постоянной незначительной нагрузкой, не требующей сложных дорогих электронных датчиков, регуляторов, сервоприводов и т. д.

#### **NEW GENERATION SOLAR STATION**

**Abstract:** New generation solar station was proposed by scientists of BrSTU after studying problem of using of solar energy. It consists from new optical system based on conical surface with cracks, new mechanical system for direction on Sun, spherical heat-receiver.

It can be used for heat generating, for electricity units, for charging of light carriers

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ И ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ  
ПОЛУЧЕНИЯ БИОТОПЛИВА**

**В.В. Смирский, О.А. Ивашкевич, З.А. Антонова, В.С. Крук,  
Ю.В. Григорьев, Я.Э. Пилук**

НИИ физико-химических проблем Белгосуниверситета, Минск, Беларусь

Основным источником экологически чистого дизельного биотоплива из возобновляемого сырья являются растительные масла, преимущественно, рапсовое. Полученные в результате перэтерификации масел их метиловые или этиловые эфиры могут использоваться в качестве топлива для двигателей и котлов как в чистом виде, так и в смеси с нефтяным топливом. Преимущества использования такого топлива в экологической сфере обусловлены практическим отсутствием в продуктах сгорания оксидов серы, высокой биоразлагаемостью топлива, а также снижением эмиссии «климатических газов» по сравнению с топливом нефтяного происхождения.

При производстве нового вида топлива главной составляющей является энергоэффективность, представляющая собой соотношение энергии и химической эксергии. Энергетический анализ включает в себя количество энергии, необходимое для получения биотоплива независимо от ее вида. Эксергетический анализ – максимальное количество полезной работы, которое может быть получено при достижении системой состояния равновесия с окружающей средой. Методы эксергетического анализа широко применяются для оценки потенциальных возможностей энергетических ресурсов.

Для оценки эффективности получения дизельного биотоплива выполнен энергетический и эксергетический анализы его производства, включая все этапы, от посева семян рапса до получения товарного продукта – дизельного биотоплива. Рассчитаны потоки энергии и эксергии для производства семян рапса, сушки и хранения, получения масла и его перэтерификации. При выполнении расчетов было принято, что производство дизельного биотоплива базируется на яровом рапсе, культивируемом в РБ. Исходные данные для энергетических и эксергетических расчетов стадий получения масла и его перэтерификации взяты из технологических регламентов соответствующих производств. Показано, что наибольшее потребление энергии и эксергии наблюдается на стадии культивирования рапса и составляет порядка 70%, при сушке семян и получении масла – 10%, перэтерификации – 20%.

**PRODUCTION BIOFUEL: ENERGETIC AND EXERGETIC ANALYSIS**

**Abstract:** In this study the rape seed oil methyl ester production chain was analysed with respect to its energy- and exergy efficiencies. The differences between results from an ordinary energy analysis and an exergy analysis of the production were also quantified and discussed.

**СПОСОБЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВА  
МЕТИЛАКРИЛАТА С ЦЕЛЬЮ ВЫДЕЛЕНИЯ СУЛЬФАТА  
АММОНИЯ**

**О.Е. Соколовская, В.А. Ашуйко, С.Е. Орехова**

УО «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск,  
Республика Беларусь

Акриловые мономеры используются для получения разных полимеров и сополимеров, широко применяемых в различных отраслях промышленности: электротехнической, машиностроительной, химической, легкой, кожевенной, авиационной.

Способ получения эфиров акриловой кислоты основан на сернокислотной гидратации нитрила акриловой кислоты в сульфат акриламида с его последующей гидратацией и эфиризацией в метиакрилат. Недостатком существующего способа является большое количество отходов, содержащих серную кислоту.

Способ утилизации сернокислотных отходов производства метилакрилата на предприятии ОАО «Полимир» позволяет получать в качестве дополнительного продукта сульфат аммония.

Поскольку сточные воды (сернокислотные отходы), идущие на нейтрализацию аммиаком, содержат примеси полимеров, акриловой кислоты и других органических соединений, то выделяемый из раствора сульфат аммония загрязнен. В процессе нейтрализации происходит выделение теплоты, что может приводить к протеканию процессов полимеризации с образованием низкомолекулярных полимеров, образование которых и является причиной загрязнения продукта реакции. Образование смолы в процессе нейтрализации, кроме того, вызывает необходимость периодической отмывки аппаратуры перегретым паром. Промывные воды поступают на сжигание. Твердые полимеры и смолы из приемных сборников периодически удаляются и вывозятся в шламонакопитель.

По заказу ОАО «Полимир» нами разработано несколько способов

очистки сточных вод, основанных на использовании методов флокуляции, экстракции и окисления. Методы опробованы в лабораторных условиях, получены образцы сульфата аммония различной степени чистоты. Расчет экономического эффекта (без учета затрат на переоборудование) для экстракционного метода очистки стоков от органических веществ перед выделением сульфата аммония, позволяет считать предлагаемый метод перспективным.

Использование экстракции позволит заменить сжигание сточных вод их очисткой биологическим методом на полях орошения после регенерации экстрагента.

#### **METHODS OF METHYL ACRYLATE PRODUCTION SEWAGE TREATMENT AIMING AT RECOVERING OF AMMONIUM SULPHATE**

**Abstract:** flocculation, extraction and oxidizing methods of sewage treatment and their various combinations were studied in order to use them to recover quality ammonium sulfate, a by-product of methyl acrylate production. The sewage is purified of organic substances before ammonium sulfate recovering. The abovementioned methods were tested in laboratory environment; ammonium sulfate samples of different grade were recovered. Calculations of saving rate proved extraction method of sewage treatment prospective.

#### **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЦИКЛОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТЕПЛА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ БИОТОПЛИВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА**

**Соловьёв В.Н., Гапонёнок Н.Д.**

ГНУ «Объединённый институт энергетических и ядерных исследований - Сосны»  
НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

Большая часть биотоплива может быть эффективно использована в объектах малой и средней мощности (котельных, мини-ТЭЦ, КЭС). В качестве решения данной проблемы было предложено часть топливных ресурсов направить на выработку электроэнергии в теплофикационном цикле ТЭЦ. Наиболее эффективной в этом случае является технология комбинированного производства тепла и электрической энергии – схема мини-ТЭЦ.

Значительную часть себестоимости биотоплива составляют транспортные затраты, поэтому оптимальное приближение энергетического источника и топливных ресурсов снизит расходы на транспорт энергии и, соответственно, повысит область эффективности их использования. По этим

показателям крупные лесоперерабатывающие и деревообрабатывающие предприятия имеют преимущества перед другими энергетическими источниками.

Целью исследований являлась оценка эффективности перевода типового деревообрабатывающего комбината на частичное самообеспечение электрической и тепловой энергией за счет собственных топливно-энергетических ресурсов - отходов производства.

В связи с высокой сезонной неравномерностью тепловых и электрических нагрузок в исследованиях рассмотрены две схемы ТЭЦ с установкой экономичной противодавленческой турбины и более мобильной конденсационной турбины с теплофикационным отбором пара, обеспечивающей независимую работу ТЭЦ от теплопотребления.

Анализ циклов преобразования выполнен для двух ступеней давления 39 и 24 атм и температуры пара от 300 до 440 °С. Показана большая выработка энергетической продукции (в денежном выражении) для циклов с высокими параметрами пара за счёт большей выработки электроэнергии.

Из сравнительного анализа вариантов ТЭЦ следует, что по экономическим критериям две схемы имеют близкие показатели, однако по техническим характеристикам (маневренность, возможность стабилизировать работу ТЭЦ при сбросах тепловых нагрузок, выработка электроэнергии и др.) схемы ТЭЦ с установкой турбин с теплофикационным отбором имеют преимущество перед схемами с установкой турбин с противодавлением.

Таким образом, анализ показателей крупного деревоперерабатывающего комбината показал, что предприятия, обладающие собственными топливными ресурсами, устойчивым потреблением энергетической продукции, наличием территории для нового строительства и подготовленным персоналом, являются наиболее перспективными объектами для создания биоэнергетических установок (мини-ТЭЦ).

#### **IMPACT ANALYSIS OF PARAMETERS OF HEAT CONVERSION CYCLES ON ENERGY PRODUCTION EFFICIENCY FROM BIOFUEL ON ENTERPRISES OF WOODWORKING COMPLEX**

In this work transfer efficiency of typical woodworking industrial complex on partial self-sufficiency of electrical and heat energy by own energy resources namely waste is evaluated. Comparative analysis of two heat station schemas both with installation of counter-pressure turbine and condensing turbine with thermalclamping steam extraction is performed. According to economical criteria two schemas have similar indicators, however, according to technical characteristics schemas with condensing turbine prevail.

## **ОРГАНИЧЕСКИЕ ЗАЩИТНЫЕ ПАЯЕМЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ МЕДИ**

**Л.И. Степанова, О.Г. Цуровская**

НИИ физико-химических проблем Белгосуниверситета, г. Минск,  
Республика Беларусь

Для защиты поверхности печатных плат (ПП) от коррозии и сохранения паяемости во времени традиционно наносят покрытия Pb-Sn или Sn из расплавов. Главный недостаток этих процессов - невозможность контролировать толщину покрытия на всей площади изделия, наличие хорошо выраженного рельефа поверхности, что нежелательно в планарной технологии. Следует также иметь в виду наметившуюся тенденцию к отказу от использования в производстве свинца и его соединений.

К настоящему времени уже используется несколько альтернативных вариантов финишных покрытий, обеспечивающих паяемость и более высокие характеристики по плоскостности: гальванически осажденные никель, олово, золото, серебро или сплавы на основе этих металлов, а также органические защитные покрытия (ОЗП). Последний процесс наиболее привлекателен своей простотой и низкой стоимостью. Осуществляется он в несколько стадий: очистка и-шროмывка->микротравление->шромывка->нанесение ОЗП из водного раствора (T=35-60°C, длительность 0.5-3 мин) <->шромывка-> сушка. Защитная пленка формируется за счет реакции органического реагента с поверхностью меди и представляет собой слой металлоорганического соединения, толщина которого в зависимости от природы используемого органического реагента, его концентрации и условий нанесения может колебаться от десятков до сотен нм. По оценкам западных экспертов ОЗП в 3.5-5 раз дешевле покрытий Pb-Sn, существенно снижается энергоёмкость процесса.

Авторами доклада разработан технологический процесс нанесения ОЗП на поверхность ПП, по своим параметрам не уступающий лучшим зарубежным аналогам. В качестве органического реагента используются азотсодержащие ароматические соединения - ингибиторы коррозии меди. Оптимизированы состав раствора и условия его эксплуатации. Для подготовки поверхности ПП перед нанесением ОЗП разработан экономичный серноокисло-пероксидный стабилизированный раствор травления, использование которого позволяет улучшить качество наносимой защитной пленки и сделать процесс более стабильным. При соответствующей корректировке оба разработанных раствора могут быть пригодными для длительной эксплуатации.

Типовые испытания ПП с нанесенным в соответствии с технологическим

органическим защитным покрытием показали, что до и после испытаний (на паяемость, циклическое воздействие температур, влагоустойчивость, теплоустойчивость, холодоустойчивость, пониженное давление, термоудар) платы соответствуют требованиям стандарта.

## **ORGANIC PROTECTIVE COATINGS FOR COPPER WITH GOOD SOLDERABILITY**

Abstract: Reflowing Pb-Sn which had been the most used process in surface finishing - now replaced by organic coatings The new technology of copper passivation by organic protective coatings with good solderability are introduced.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СМЕШЕНИЯ ОТХОДОВ ПАН- ВОЛОКОН И ВТОРИЧНЫХ ТЕРМОПЛАСТОВ** **Таврогинская М.Г., Пискунов С.В., Тимошенко В.В.**

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

В настоящее время на полигонах ОАО «Белфа» скопилось порядка 15 тыс. тонн отходов полиакрилонитрильного волокна (ПАН-волокна), что негативно сказывается на экологической обстановке в регионе. Поэтому их утилизация представляет собой актуальную задачу.

Сущность проводимых исследований заключалась в возможности получения композиционных материалов на основе отходов ПАН-волокон и отходов термопластов.

Одной из проблем получения композитов на основе отходов ПАН-волокон является их однородное смешение в композиционной системе. Это обусловлено тем, что механическое разрыхление волокнистого отхода не способствует стабилизации массы клочков компонентов и отрицательным образом сказывается на однородности композита.

Предложен метод аэродинамического смешения волокнистых компонентов смеси.

Смешивания отходов ПАН-волокон и отходов термопласта в виде рвани фильерной или порошка, заключается в подаче компонентов в бункер смешивающего устройства, где одновременно осуществляют аэродинамическое разрыхление и смешивание компонентов вращающимися воздушными струями. Скорость воздушного потока изменяется в соответствии со средней массой и средним объемом клочка на выходе из устройства. Для

более эффективного воздействия на волокнистый композит вращающиеся воздушные струи направляют в противоположные стороны.

При аэродинамическом воздействии волокна не подвергаются зажгучиванию и разрыву, т.е. процесс разрыхления и смешивания является щадящим для волокнистых компонентов. При осуществлении процесса разрыхления, очистки, смешивания клочков волокнистого компонента у последних лучше варьировать скорость изменения объема, поэтому на первых этапах разрыхления волокнистой структуры необходимо увеличить интенсивность аэродинамического воздействия на последнюю.

При аэродинамическом воздействии на волокнистую структуру увеличивается проницаемость последней, а, следовательно, ее объем и разреженность, что положительным образом влияет на процессы разрыхления, очистки и смешивания, которые взаимосвязаны между собой. Благодаря тому, что увеличивается объем волокнистой структуры, увеличивается и время ее взаимодействия с воздушными потоками, что с одной стороны повышает интенсивность смешения компонентов, а с другой способствует получению более однородной волокнистой структуры.

Так как волокнистый композит до самого выхода из бункера постоянно подвергается процессу разрыхления, и при дальнейшей транспортировке взаимодействует с воздушными потоками, следовательно, он не может под действием вышележащих слоев вновь уплотниться, что также увеличивает степень однородности смешивания и положительным образом сказывается на дальнейших технологических процессах.

Исследование механизма аэродинамического смешения показал наличие большого числа параметров влияющих на качество смешивания (скорость потока, концентрация, размер и форма частиц, геометрия зон смешения и т.д.).

С использованием предложенного метода смешения получены экспериментальные образцы композиционных материалов на основе ПАН-волокон и отходов термопластов.

#### **INVESTIGATION OF MIXING PROCESS OF PAN-FIBER AND SECONDARY TERMOPLASTICS WASTES**

**Abstract:** The mechanism of mixing and probability of obtaining composite materials based on PAN-fiber and secondary thermoplastics wastes.

#### **ПРИМЕНЕНИЕ РЕЦИКЛАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ Тартаковский Зенон**

Щетинская Политехника, г.Щетин, Польша

С каждым годом увеличивается количество полимерных отходов. Считается, что в настоящее время можно повторно использовать до 60 % всех полимерных отходов. Большое количество поступает от электропромышленности. Это в основном электроэнергетические кабели, изоляция которых состоит из ПВХ, ПЭ, бумаги, волокна, резины, металлической пленки. В процессе рециклинга происходит отделение металлической части (медь, алюминий) от пластмассовой изоляции. Процесс дальнейшего разделения материалов сложен и чистота получаемых продуктов низкая. Поэтому целесообразно полученные отходы измельчить для последующего получения из них изделий. Проведено исследование новых материалов, полученных из смешанных отходов кабельной изоляции. Определены свойства материала: его ударопрочность, твердость, набухание и усадка. Методом экструзии в одношнековом экструдере проводили гомогенизацию материала, который перерабатывался в изделия для дорожной промышленности; методом прессования под давлением (металлическая форма, давление 15Мпа, темп. 180°C, время цикла переработки 15 мин, время охлаждения 3 часа). Получено изделие 550x250x80 мм. Показано, что рециклатный материал может быть использован для дальнейшего получения технических изделий. Проведена модификация материала полиэтиленом (10 и 20%). Полученные материалы перерабатывались при температуре 170-190°C. В результате уменьшено на 10% набухание и повышена эластичность материала. Замечено, что материал лучше подвергает экструзионной переработке. В настоящее время проводятся дальнейшие исследования по переработке материалов.

#### **APPLICATION RECYCLED MATERIALS ON TECHNICAL PRODUCTS**

**Abstract:** There exists the possibility of the utilization up to 60% of polymer waste material on technical products. The significant quantity of waste material originates in the energetic. Mostly these are energy-cables with isolation made of PVC, PE, paper, fibres, gums or metal-foil. In the process of the recycling of these cables the metal (boundary strips, aluminium) is separated from the rest of the isolation. The possibility of the utilization of the cable-isolation on technical products for the road science is presented. The processing of waste materials with the method of extrusion, and then pressing in the form were investi-

gated. The modification of the material at the use of the polythene is done. At present, works over new materials, their processing and the exploitation are continued

## **RESTABILIZATION OF PROPERTIES OF RECYCLED POLYOLEFINE MATERIALS**

**Tartakowski Zenon<sup>1</sup>, Tartakowska Diana<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Szczecin University of Technology, Szczecin, Poland

<sup>2</sup>Technical University of Berlin, Berlin, Germany

In the packaging industry approx. 65% of polyolefine materials (polyethylene, polypropylene) find an application as foils. Because of their one-way use they become waste material. In the process of the selective collecting and segregation all packaging foils waste materials are mixed with themselves. After processes of agglomeration and homogenization at the use of extruder received material is characterized with the large instability of manufacturing and exploitive proprieties. Investigation of the melt flow index (MFI) showed that in the temperature of 180°C (2,016N) differences achieved about 15%, while in the temperature of 190°C (2,016N) achieved about 11%. Research of flow properties in the spiral, round form showed that in the temperature of 190°C at the injection moulding pressure of 75 MPA differences in the length of the spiral had reached 12% while at the pressure of 100 MPA 10%. One ascertained also that the injection shrinkage of samples (by sample 100x15x2 mm) obtained between 7 and 14% at the injection to the metal form (temp. of the form 25°C, the pressure of the injection P: 100 MPA, processing temperature T: 180-190°C). The lack of stable proprieties of such materials causes difficulties to obtain of products about suitable and repeatable proprieties.

Investigations of the restabilization of properties of the materials from post-consumer materials were done. Modification of post-consumer materials using waste-fillers in the form of ashes (the fraction to 0,041 mm) was applied. Performed composites materials contained 5, 10, 15, 20% of fillers. Prepared materials were mixed in the drum mixer and then extruded and granulated. Obtained materials were subjected to examine of physical, manufacturing (MFI, flow in the spiral form, injections shrinkage), mechanical and morphological properties.

It has been ascertained that already 10% of filler improve the stability of the material in the essential manner. Among samples of the material about the same content of the filler the change of MFI arise approx. 2-5% (10-20%) while the length of the spiral stayed the same. Besides the filler amount above 10% causes the increase of the hardness (up to 30%) and the tensile strength  $R_m$  (up to 25%). The

shrinkage of the material for composite with 10% of the modifier archived 1,5% and at 30% achieved 0%. The material after the restabilization process may be used for technical products about different shapes.

## **РЕСТАБИЛИЗАЦИЯ СВОЙСТВ РЕЦИКЛАТНЫХ ПОЛИОЛЕФИНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Реферат:** Исследования рестаблизации свойств вторичных материалов. Проведена модификация вторичных материалов наполнителями с размерам 0,041 мм. Исследовались механические и морфологические свойства полученных материалов.

## **СРЕДСТВО ДЕЗИНФИЦИРУЮЩЕЕ «ВАЛИСАН» А.В.Тучковская, В.О.Шабловский, А.Э.Высоцкий**

НИИ физико-химических проблем БГУ, г. Минск, Республика Беларусь  
Институт экспериментальной ветеринарии им.С.Н.Вышелесского, г.Минск,  
Республика Беларусь

Создание малоопасных высокоэффективных дезинфектантов, не загрязняющих окружающую среду является актуальной задачей для ветеринарной науки и практики. В последнее время для локальной дезинфекции предложены препараты нового поколения, обладающие не только широким спектром вирулицидного и бактерицидного действия, но и являющиеся малотоксичными для сельскохозяйственных животных и человека. Перспективном в этом направлении является разработанный нами препарат «Валисан» (ТУ ВУ 100050710/089-2005 г.), представляющий собой порошок серовато-бежевого цвета с характерным запахом отдушки, содержащий в своей основе композицию неорганических фосфатов, сульфатов и алюмосиликатов с активными компонентами. Неорганическими составляющими препарата являются вторичные ресурсы некоторых технологических производств, расположенных на территории РБ. Ингредиенты композиции являются одновременно как самостоятельными бактерицидными средствами, так и сорбентами газов, образующихся в сельскохозяйственных помещениях, таких как аммиак и сероводород. В частности, гидроксид железа эффективно поглощает сероводород, сульфат алюминия – аммиак. Дезинфектант содержит также около 2% органических активными компонентами, которые по сорбционным технологиям наносятся на неорганические носители.

Технология изготовления средства безотходна, не имеет отрицательного воздействия на окружающую среду. Порошок дезинфицирующего средства «Валисан» в условиях однократного внутрижелудочного воздействия относится к композиции 4 класса (малоопасные вещества), согласно ГОСТ 12.1.007-76.

Препарат не обладает канцерогенной и мутагенной активностью.

«Валисан» в дозе 50 г/м<sup>2</sup> и экспозиции не менее 2 часов можно рекомендовать для ветеринарной дезинфекции при бактериальных и вирусных инфекциях методом равномерного посыпания объекта.

При туберкулезе и грибковых заболеваниях «Валисан» целесообразно применять как бактериостатическое средство в дозе 100 г/м<sup>2</sup> в 2-3 приема локально.

Важной особенностью дезинфицирующего средства является его способность к пролонгированному действию. Препарат можно использовать в присутствии животных для дезинфекции методом посыпания при инфекционных заболеваниях, возбудители которых относятся к 1-ой и 2-ой группе устойчивости к дезинфицирующим средствам.

#### **DISINFECTANT «VALISAN»**

**Abstract:** disinfection of stock-raising, poultry farms and auxiliary buildings and their equipment, beegardens, vivarium, laboratories and vehicles as well. «Valisan» is a high-performance disinfectant affecting a wide spectrum of pathogens causing bacterial (including TB), virus and fungus diseases (including atypical mycobacteria) and has a good adsorbability as a deodorizer.

#### **ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ И ОСТАТОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ МАСЛЯНОГО ПРОИЗВОДСТВА – КОМПОНЕНТЫ КОНСЕРВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Т.Я. Царюк, Л.П. Майко, И.П. Фалюшина, И.В. Дребенкова,  
Т.В. Кепушевская**

ГНУ «Институт проблем использования природных ресурсов и экологии» НАН  
Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

Обеспечение потребности машиностроительных предприятий в отечественных консервационных материалах сдерживается сложившимся в последнее время дефицитом и высокой стоимостью традиционно применяемых для их производства базовых и функциональных компонентов.

Целью настоящей работы являлось исследование возможности использования промежуточных и остаточных продуктов масляного производства ОАО «Нафтан» в качестве компонентов консервационных материалов.

В качестве объектов исследования были выбраны вакуумные дистилляты и остатки различных процессов крекинга, которые наряду с углеводородами различного строения содержат значительное количество естественных маслорастворимых ПАВ.

Изучены физико-химические, коррозионные, термоокислительные и защитные свойства объектов исследования, а также их физическая и функциональная совместимость с минеральными маслами и углеводородными растворителями.

Установлено, что физическая и термоокислительная стабильность растворов остатков крекинга значительно выше, чем вакуумных дистиллятов, причем склонность последних к осадкообразованию увеличивается с повышением температуры выкипания фракции. Показана возможность повышения стабильности растворов объектов исследования в углеводородных средах.

Оценка защитных свойств вакуумных дистиллятов в сернистом ангидриде и электролите показала, что по этой характеристике они превосходят дистиллятное масло И-20А, при этом с увеличением температурных пределов выкипания фракций защитная эффективность дистиллятов повышается, приближаясь к уровню консервационного масла К-17. Остатки процессов крекинга масляных фракций по защитным свойствам равноценны между собой и находятся на уровне масла К-17. В то же время объекты исследования характеризуются высокими температурами застывания, что негативно скажется на низкотемпературных свойствах консервационных масел.

По результатам исследований установлено, что вакуумные дистилляты и остатки процессов крекинга масляных фракций могут быть использованы в качестве базовых и защитных компонентов смазочно-консервационных материалов. Однако при установлении области применения этих компонентов для создания консервационных масел, смазок и защитных тонкопленочных покрытий необходимо учитывать их термоокислительную стабильность, вязкостные и низкотемпературные характеристики.

#### **INTERMEDIATE AND RESIDUAL OIL PRODUCTION PRODUCTS – COMPONENTS OF CONSERVATION MATERIALS**

**Abstract:** By results of studying chemical structure, physical and chemical, corrosion, thermal-oxidative and protective properties of vacuum distillates and the rests cracking

oil fractions of « Naftan « the opportunity of their use is established as base and functional components lubricant and protective materials.

**ВЛИЯНИЕ НЕЙТРАЛЬНОЙ ГИДРОДИСПЕРСИИ  
МОДИФИЦИРОВАННОЙ КАНИФОЛИ НА ТЕХНОЛОГИЮ  
НАПОЛНЕНИЯ БУМАГИ  
П. А. Чубис, Н. В. Черная**

УО «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск,  
Республика Беларусь

Производство высокосортных видов бумаги требует применения современных технологий и химикатов. Основными трудностями в данной технологии являются:

- 1) невысокая степень удержания наполнителя и проклеивающего материала;
- 2) повышенная загрязненность и закисленность оборотных и сточных вод.

Для проклейки бумаги на предприятиях применяют канифольный клей марки ТМ (талловая канифоль, модифицированная моноэтилцеллозольмалеинатом), который обеспечивает требуемую степень гидрофобности продукции.

Особую роль в производстве клееных видов бумаги играет технология применения наполнителей. Это обусловлено тем, что частицы наполнителя, как и частицы дисперсной фазы гидродисперсии модифицированной канифоли и целлюлозных волокон, имеют отрицательный электрокинетический потенциал. Поэтому характер коллоидно-химических взаимодействий, протекающих в бумажной массе перед отливом на сеточном столе бумагоделательной машины, зависит от последовательности введения в бумажную массу гидродисперсии модифицированной канифоли, суспензии наполнителя и коагулянта (раствора сульфата алюминия), а также от расходов этих химикатов и кислотности бумажной массы.

Целью работы является установление влияния нейтральной гидродисперсии модифицированной канифоли на технологию наполнения бумаги.

Вводимый в бумажную массу наполнитель (каолин) снижет механическую прочность бумаги из-за уменьшения межволоконных сил связей, а также повышает пористость бумаги. Наряду с этим наполнитель повышает

белизну, непрозрачность, гладкость при каландрировании и печатные свойства высокосортных видов бумаги. Наполнитель также позволяет заменить часть дорогостоящего целлюлозного материала.

Качество образцов бумаги определяли на современном оборудовании фирмы «Lorentzen and Wettere».

В результате проведенных исследований были определены предпочтительные расходные нормы химикатов (гидродисперсии модифицированной канифоли, суспензии наполнителя и раствора сульфата алюминия) для изготовления высокосортных видов бумаги. Полученные результаты могут быть использованы на предприятиях концерна «Беллесбумпром».

**THE INFLUENCE OF NEUTRAL HIDRO DISPERSION OF MODIFIED  
ROSIN AT THE FILLING TECNOLOGY**

**Abstract:** The quality of highly grade papers depends upon the variety and properties of initial chemicals and cellulose pulp. The aim of this work is to determine the influence of hidro dispersions of modified rosin at the quality of highly grade papers and to investigate how filler acts on the witness, brightness and printing properties of ones. The introduction of developed parameters of sizing and filling processes is anticipated at the enterprises of «Bellesbumprom» concern.

**СОРБЕНТ ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВ ОТ АММИАКА  
В.О.Шабловский, А.В.Тучковская**

НИИ физико-химических проблем БГУ, г. Минск, Республика Беларусь

Разработан способ получения сорбента на основе вторичных ресурсов, представляющих собой продукт взаимодействия алюмосиликатных отходов и сернокислотных стоков промышленных предприятий. Отличительными особенностями этого сырья являются: достаточно большие запасы, высокая подготовленность к химической переработке, стабильность вещественного состава, высокая химическая активность, исключаящая необходимость предварительной активации сырья путем сушки, обжига, механохимии и т.п., возможность попутного получения дефицитного качественного сырья типа аморфного кремнезема, квасцов и др. Технологический процесс получения сорбента включает следующие стадии: разложение алюмосиликатного сырья растворами минеральных кислот 15-20% концентрации, отделение нерастворимого остатка от раствора фильтрованием либо отстаиванием.

В конечном счете, могут образовываться безводные квасцы – двойные натрий-калиевые сульфаты алюминия  $(\text{Na,K})_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . Выделенный продукт представляет собой белые или серые с зеленоватым оттенком гранулы, брикеты, куски неопределенной формы или мелкий порошок серого цвета. Данный материал, кроме очистки питьевых и сточных вод, применяется в производстве бумаги и картона.

Состав продукта  $(\text{Na,K})_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O} + \text{SiO}_2$ .

Использование данного материала в качестве сорбента аммиака позволяет расширить сферу его применения.

В газовой фазе, равновесной с 3% растворами аммиака, за 5 часов сорбции поглощается 73 мг  $\text{NH}_3$ /г сорбента. Предлагаемый сорбент способен достаточно быстро снижать концентрацию аммиака в смеси газов и паров и может быть использован для очистки воздуха производственных помещений, загрязненных аммиаком, например, помещений для содержания сельскохозяйственных животных.

В результате сорбции аммиака предложенным сорбентом получается продукт состава  $\text{Al}(\text{OH})_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{SiO}_2 + (\text{Na,K})_2\text{SO}_4$ , который является экологически безопасным для окружающей среды и животных. В смеси с подстилкой он может использоваться как комплексное органоминеральное удобрение и не требует утилизации и регенерации.

#### **THE SORBENT FOR THE GASES PURIFICATION FROM THE AMMONIUM**

**Abstract:** Interaction between product of the next composition  $(\text{K, Na})_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O} + \text{SiO}_2$  and gaseous ammonium was investigated. The product was synthesized from the widespread raw - argils, kaolines, nephelines by treatment of the raw in mineral acids formed on the manufacturing enterprises.

In the result of chemical analysis the quantities of the absorbed gas were established. Some peculiarities of ammonium sorption from the gas phases with different ammonium content were examined. It is shown that the product of the aforesaid content is the effective ammonium sorbent.

#### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТТИРКИ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ПЛЕНОК В ПРОЦЕССЕ ОБОГАЩЕНИЯ КВАРЦЕВОГО ПЕСКА**

**В.О.Шабловский, А.В.Тучковская, С.Н.Бондаренко, В.А.Конев,  
В.Б.Шпектор**

НИИ физико-химических проблем БГУ, г. Минск, Республика Беларусь  
НИИ строительных материалов, г. Минск, Республика Беларусь

Процесс обогащения кварцевых песков включает, как правило, одну общую операцию – процесс оттирки, который проводится в специально предусмотренных для этих целей контактных чанах. По существу процесс оттирки представляет собой абразивную очистку поверхности зерен песка с последующим удалением с поверхности глинистых примесей (примазок) и пленки, состоящей из оксидов и гидроксидов железа, путем интенсивного перемешивания пульпы. Оксиды и гидроксиды железа, отлагаясь на поверхности кварцевых зерен, образуют прочно связанные с минералом пленочные образования. На эти пленочные образования часто приходится значительная часть общего содержания железа в обогащаемом сырье.

Для более эффективного и полного удаления железосодержащих пленок нами были подобраны оптимальные режимы оттирки и опробована возможность существенной интенсификации процесса оттирки за счет использования в качестве жидкой пульпообразующей фазы раствора, содержащего в своем составе концентрат головных и промежуточных примесей при производстве пищевого этилового спирта и /или отходы производства лимонной кислоты. Этот побочный продукт ректификации представляет собой концентрат головных и промежуточных примесей, содержащий, помимо основного продукта, примеси высших спиртов (сивушное масло), сложные эфиры карбоновых кислот, карбоновые кислоты, альдегиды, фурфурол и по основным физико-химическим показателям соответствует ТУ ВУ 0190239501.098 – 2005.

Повышение эффективности оттирки было достигнуто с использованием для промывки и оттирки кварцевого природного сырья в качестве жидкой пульпообразующей фазы водного раствора, содержащего 10-25% по объему добавки побочного продукта. Присутствие в составе жидкой фазы (пульпы) комплекса продуктов органического происхождения позволили нам на стадии оттирки существенно увеличить глубину удаления оксидов железа за счет «разрыхления» пленочной поверхностной структуры. Это явилось следствием образования растворимых соединений железа с вышеупомянутыми продуктами органического характера, а также ослабления сил адгезионного

взаимодействия железосодержащей пленки с поверхностью кварцевых частиц.

### **RAISING OF THE EFFECTIVENESS OF RUBBING IRON CONTAINING FILMS DURING THE SAND ENRICHMENT PROCESSES**

**Abstract:** an environmentally friendly additive has been developed for increasing of effectiveness of sand treatment during the sand enrichment process. The additive is derived from wastes of ethyl alcohol production and cut glass polishing. The application of this additive enabled the destruction of iron oxides film at the surface of quartz particles, resulting in the increase of enrichment process efficiency by 50-100%.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ОБОГАТИМОСТИ КАЛИЙНОЙ РУДЫ 4-ГО ШАХТНОГО ПОЛЯ СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕТОДОМ ФЛОТАЦИИ**

**В.В. Шевчук, Ф.Ф. Можейко, И.Б. Жданович, Т.Г. Рудаковская**

Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси, г. Минск,  
Республика Беларусь

Увеличение производства калийных удобрений в республике может быть достигнуто за счет строительства новых производственных мощностей по добыче и переработке сильвинитовой руды на еще неэксплуатируемых участках Старобинского месторождения. Таковыми являются Восточный блок месторождения с 4-ым шахтным полем и расположенный восточнее его Нежинский участок.

Для определения перспективности использования флотационного метода, как наименее энергоемкого, для обогащения руды 4-го шахтного поля нами изучена взаимная вкрапленность основных и сопутствующих минералов, степень их раскрытия при различной крупности дробления и измельчения руды. Установлено, что для сильвинитовой руды всех шахтных полей и промышленных горизонтов Старобинского месторождения общим является существенное перераспределение нерастворимого остатка (н.о.) в более крупные (+3 мм) и тонкие (-0,25 мм) фракции руды. Для руды 4-го шахтного поля характерен аномально высокий показатель извлечения н.о. в тонкие фракции (18,2-29,0 %), в то время как для руд на других шахтных полях он составляет 11,0-12,5 %. Данные фракционного анализа разделения руды по плотностям показали, что руды всех шахтных полей имеют мелко- и среднезернистую вкрапленности. При измельчении их до крупности менее 1 мм преобладающая часть сростков сильвина с галитом практически полностью

раскрываются. Получаемые для фракций с крупностью зерен менее 1 мм концентраты характеризуются высоким содержанием КС1 (95,3-97,4 %). Наиболее высокое извлечение КС1 в концентрат наблюдается для руд 4-го шахтного поля.

Изучены химико-минералогический и гранулометрический составы н.о. (галитов), эффективность их диспергирования в солевых растворах, флотационного выделения из руды и сгущения образующихся глинисто-солевых суспензий (шламов). Показана принципиальная возможность осуществления перечистных операций черногого флотационного концентрата руды, содержащего 92,7% и 94,4% КС1 при его извлечении 94,6% и 95,4% для руды 2-го и 3-го горизонтов соответственно.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о перспективе применения метода флотации для переработки сильвинитовых руд 4-го шахтного поля Старобинского месторождения.

### **INVESTIGATION OF POTASSIUM ORE FLOATATION OF STAROBINSK DEPOSIT 4-TH MINE FIELD**

**Abstract:** The perspective of utilization of concentration of ore 4-th mine field Starobinsk deposit by floatation method was showed.

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРА РАЗРУШЕНИЯ МАТЕРИАЛА МОДИФИЦИРОВАННОГО УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ Шкута П.Э.**

ГНУ «Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения Национальной академии наук Беларуси», г. Гродно, Республика Беларусь

Разнообразие и сложность проблем, связанных с адгезией, приводит к известным противоречиям во взглядах на механизм адгезии, к появлению разнообразных теорий адгезии. Традиционные методы повышения адгезии не всегда являются эффективными. Адгезионная прочность соединений, приобретают особое значение в связи с широким распространением полимерных материалов в промышленности. Представляет интерес увеличение адгезионной прочности путем модифицирования полимерных материалов различными наполнителями, например, углеродными нанотрубками.

Для испытаний использовались образцы первичного полиамид-6 и промышленно разработанные экспериментальные материалы на его основе, наполненные углеродными нанотрубками. Для определения характера

разрушения материала использовалась стандартная схема испытаний на отрыв.

Проводились исследования влияния степени наполнения полимерных материалов на характер разрыва и адгезионную прочность соединений с различными видами поверхностей.

Изучалось влияния температуры на формирование адгезионного соединения для получения максимальных значений адгезионной прочности исследуемых систем. Для достижения стабильных, хорошо воспроизводимых результатов исследования адгезионной прочности соединений добивались превращения гранулированного адгезива в однородный, хорошо растекающийся расплав.

Выполнен комплекс исследований характера разрушения и адгезионной прочности в зависимости от степени наполнения для различных типов склеиваемых поверхностей. По результатам исследования установили, что введение малого количества наполнителя (0,05 - 0,5 масс. %) приводит к увеличению адгезионной прочности и изменению характера разрыва.

#### **DEFINITION OF CHARACTER OF DESTRUCTION OF THE MATERIAL MODIFIED CARBON NANOTUBES**

**Abstract:** The complex of researches of character of destruction and adhesive durability is executed depending on a degree of filling for various types of stuck together surfaces. By results of research have established, that introduction of small quantity of filler (0,05 - 0,5 weights of %) results in increase adhesion durabilities and to change of character of break.

#### **АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ПРИПОЯ ПРИ ПАЙКЕ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ АЛМАЗОВ Д.В.Юшкевич, И.В.Мурашова**

Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

Инструмент с режущими элементами из алмазно-твердосплавных пластин все шире применяют при лезвийной обработке труднообрабатываемых материалов, вызывающих сильный износ, в том числе литейных алюминиевых сплавов с высоким содержанием кремния, других цветных сплавов, керамических и композиционных материалов. Высокие скорости резания накладывают особые требования к стойкости инструмента и прочности крепления режущего элемента к телу резца. Качественное соединение можно

получить методом пайки. Однако пайка алмазно-твердосплавных пластин требует оптимизации как состава применяемых припоев, так и режимов пайки. При проведении процесса необходимо обеспечить предохранение от графитизации частиц алмаза, которая при нагреве на воздухе наступает при 600°C. Проведение пайки в вакууме путем нагрева электронным лучом создает более благоприятные условия, позволяет применять припой с более высокой температурой плавления.

На практике зарекомендовали себя припои на основе меди, имеющие хорошую коррозионную стойкость. В качестве основы припоя использовали систему Cu-Sn с варьированием содержания олова в диапазоне 20-30% (масс.). Для улучшения адгезионных свойств припоя вводили Ti в количестве 5-10%. В качестве основы соединения использовалась сталь 40. Структуру образцов и распределение элементов в переходной зоне после пайки изучали на растровом электронном микроскопе LEO 1455VP. В процессе плавления припоя происходит его физико-химическое взаимодействие с основой, что изменяет химический состав припоя. Поверхность основы растворяется, железо образует с составляющими соединения, упрочняющие пластичную матрицу припоя. Глубина химической эрозии основы достигает 0,1 мм. Микроструктура припоя литая, наличие эвтектики в структуре снижает температуру плавления припоя, что снижает опасность графитизации частиц алмаза.

#### **PECULIARITIES ANALYSIS OF STRUCTURE FORMATION IN FILLER METAL DURING BRAZING OF POLYCRYSTAL DIAMOND**

**Abstract:** Microstructure and phase composition of filler metal in polycrystal diamond - substrate joint have been studied.

ОТХОДЫ - В ДОХОДЫ

ОТРАСЛЕВЫЕ  
ВЕДОМОСТИ

Издания для профессионалов



ТВЕРДЫЕ  
БЫТОВЫЕ  
ОТХОДЫ

Научно-практический журнал

Все об отходах потребления на 64 полноцветных страницах

#### ОСНОВНЫЕ РУБРИКИ

- Технологии и оборудование для переработки
- Организация сбора, сортировки и транспортировки отходов
- Нормативно-правовая база с комментариями специалистов
- Управление отходами
- Опыт предприятий
- Зарубежный опыт



Интернет-портал  
[www.solidwaste.ru](http://www.solidwaste.ru)

- Купить-продать
- Форум по проблемам отрасли
- Производители оборудования и технологий для переработки
- Новости отрасли
- Ответы специалистов

#### СПЕЦИАЛЬНО ДЛЯ

- Руководителей предприятий по заготовке и переработке вторичного сырья
- Руководителей полигонов
- Руководителей мусоросортировочных, мусороперерабатывающих и мусоросжигательных заводов
- Руководителей и специалистов предприятий жилищно-коммунального хозяйства, специализирующихся на сборе и вывозе ТБО
- Государственных структур, осуществляющих контроль и надзор в сфере обращения с отходами

#### АВТОРЫ ПУБЛИКУЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

- Специалисты предприятий, занимающихся производством и поставкой оборудования для сбора, транспортировки, сортировки, переработки, захоронения ТБО
- Ведущие сотрудники научно-исследовательских институтов
- Представители органов государственной власти, осуществляющих формирование нормативно-правовой базы в области обращения с отходами
- Представители органов исполнительной власти, осуществляющих контроль и надзор в сфере обращения с отходами

#### Подписка

##### В РЕДАКЦИИ

Подписаться на ежемесячный журнал Вы можете, обратившись по тел.: (495) 514-21-06, 267-47-74  
e-mail: [redpodpiska@solidwaste.ru](mailto:redpodpiska@solidwaste.ru)

##### ПО КАТАЛОГУ

Индекс 64264 в каталоге "Пресса России"

#### Контактная информация

107113, Москва, а/я 68  
Звоните по бесплатному телефону из любого региона России

8-800-200-11-12

Научное издание

## Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии

Тезисы докладов 7-й Международной научно-технической конференции

Компьютерный набор, верстка,  
дизайн: П.Э. Шкута

Энерго- и материалосберегающие  
экологически чистые технологии, 2007