

УДК 678.746.222

Г.Я. Мусафирова, Э.В. Мусафиров
(Полесский государственный университет)

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИХ И КЛЕЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО ПОЛИСТИРОЛА

Исследованы технологические, физико-механические характеристики разработанных клеевых и защитно-герметизирующих композиций на основе вторичного полистирола, каучука и битума.

При проведении технологических и физико-механических исследований применяли разработанные клеевые на основе отходов пенополистирола – ППС (ГОСТ 15588-86) в т.ч. вторичный ударопрочный полистирол – ВУПС (ТУ 6-19-153-80) и защитно-герметизирующие композиции на основе ВУПС (ППС), каучука синтетического натрийбутадиенового – К (ТУ 38.103284-85) – ВУПС+К, ППС+К, а также защитно-герметизирующие композиции на основе ВУПС (ППС), К и нефтяного битума – Б (ГОСТ 6617-76) – ВУПС+К+Б, ППС+К+Б. Термодинамическое совмещение взаимодействующих компонентов обеспечивали подбором смеси органических растворителей: ацетон ч.д.а. (ГОСТ 2768-84) и гексан (ТУ 2631-00305807999-98), обладающей удовлетворительной совместимостью с основными компонентами разрабатываемых полимерных композиций в соответствующем соотношении [1].

Смесь растворителей рассчитана с помощью разработанного метода анализа трехмерных параметров растворимости взаимодействующих компонентов [2].

Методика исследований. Предел прочности при сдвиге (ГОСТ 14759-69) предусматривает испытание на сдвиг при растяжении двух деревянных пластин размером 60×20×2 мм, склеенных между собой разработанными материалами внахлест длиной 15 мм и бетонных балочек размером 160×40×40 мм, склеенных внахлест длиной 60 мм. Предел прочности материалов при сжатии определяли согласно ГОСТ 4651-78. Образцы для испытаний на сжатие имели форму прямого параллелепипеда с прямоугольным основанием размером: 150×10×10 мм.

Разработанные материалы обладают высоковязкой консистенцией, поэтому вязкость определяли по изменению площади отпечатка [3].

Испытания физико-механических свойств разработанных материалов проводили на разрывной машине ZD-20 с постепенным нарастанием нагрузки до разрушения образцов.

Результаты исследований. Влияние давления на выбор технологии склеивания способствует увеличению площади контакта между адгезивом и субстратом. Проведенные эксперименты по определению адгезионной прочности при сдвиге разработанных материалов к деревянной и бетонной подложкам показали, что наиболее целесообразно для формирования склеек прикладывать давление запрессовки – 0,5÷1 МПа (рисунки 1, 2).

Исследование адгезионной прочности при сдвиге разработанных материалов к бетонной подложке также показало, что прочность при сдвиге склеек на основе пенополистирольной матрицы в 1,5÷2 раза выше по сравнению со склейками на основе полистирольной матрицы. Это объясняется снижением вязкости адгезива (т.е. увеличение площади растекания) в случае ППС и вследствие этого увеличение площади отпечатка ($\Delta S = 100 \div 105 \text{ см}^2$) по отношению к ВУПС ($\Delta S = 55 \div 60 \text{ см}^2$, рисунок 3). Это приводит к улучшению условий растекания наносимого материала по поверхности субстрата и способствует формированию более качественной склейки, заполнению микропор и микродефектов на поверхности подложек, ускорению процессов структурирования.

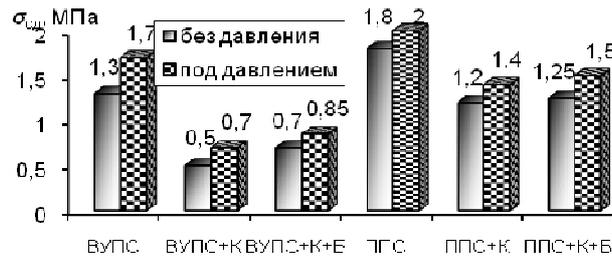


Рис. 1. Предел прочности при сдвиге деревянных образцов, склеенных адгезивом на основе разработанных материалов



Рис. 2. Предел прочности при сдвиге бетонных образцов, склеенных адгезивом на основе разработанных материалов

В то же время следует отметить, что в отличие от склеек деревянных образцов, адгезивы бетонных образцов имеют наибольшую прочность на сдвиг при введении в состав адгезива битума, т.к. он легко растворяется в смеси растворителей, образуя низковязкие растворы ($\Delta S = 125 \div 146 \text{ см}^2$, рисунок 3), что и способствует более глубокому проникновению адгезива в дефекты и микропоры бетонных подложек (рисунок 2). Следует также отметить, что введение битума в композиции ВУПС+К и ППС+К сопровождается некоторым увеличением адгезионной прочности материалов. Это обусловлено процессами сшивания каучука (степень сшивания $75,7 \div 77,4 \%$) под действием компонентов, содержащихся в битуме.

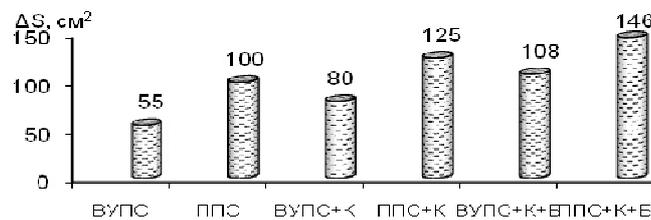


Рис. 3. Условная вязкость разработанных материалов

На предел прочности при сжатии разработанных материалов (рисунок 4) значительное влияние оказывает структура разработанных материалов, а также их плотность (рисунки 5, 6). Плотность исследуемых материалов в виде прямоугольного параллелепипеда размером: $L = 1,5$; $H = 1,0$; $B = 1,0$ (см) определяли в соответствии с ГОСТ 21119.5-75.

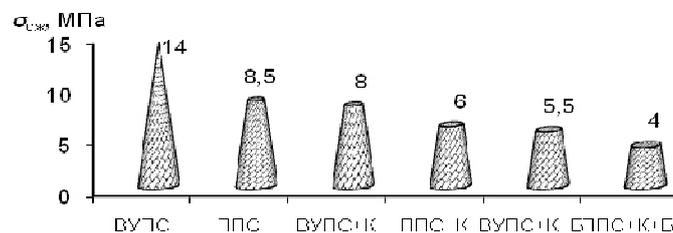


Рис. 4. Предел прочности при сжатии образцов разработанных материалов

Анализ рисунков 4, 5 и 6 показывает, что чем меньше плотность отвержденных образцов, тем больше пористость разработанных материалов и вследствие этого меньше их предел прочности при сжатии. При этом удельное количество испарившегося растворителя из разработанных материалов для пластифицированных образцов ВУПС и ППС примерно одинаково: $\Delta = 35 \div 37 \%$, а при введении каучука увеличивается на 10% : $\Delta = 46 \div 47 \%$. Дополнительное введение в композицию ВУПС+К битума уменьшает удельное количество испарившегося растворителя: $\Delta = 42,9 \%$, а в случае ППС+К наоборот – увеличивается: $\Delta = 49 \div 50 \%$. Это можно объяснить тем, что введение каучука приводит к появлению большего количества дефектов структуры,

заполняемых смесью растворителей в процессе смешивания и формования образцов. В случае ППС дефекты имеют гораздо большие размеры, поэтому испарение смеси растворителей из ППС+К+Б протекает более интенсивно, что и обуславливает большее количество испарившейся жидкости.

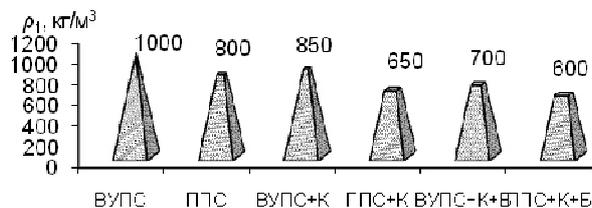


Рис. 5. Плотность разработанных материалов до испарения растворителей

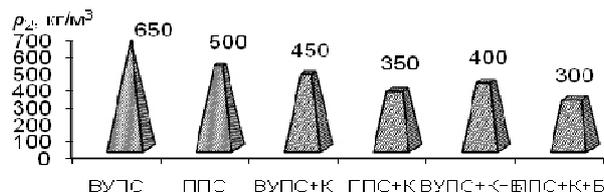


Рис. 6. Плотность разработанных материалов после испарения растворителей

Исследованы физико-механические и технологические характеристики разработанных клеевых и защитно-герметизирующих композиций на основе вторичного полистирола, каучука и битума. Установлено, что с уменьшением условной вязкости разработанных материалов увеличивается их адгезионная способность, но ухудшаются прочностные характеристики.

Список литературы

1. Мусафирова, Г.Я. Полимерная композиция для защитно-герметизирующих покрытий: пат. 10284 Респ. Беларусь, МПК (2006) С 09D 125/00 / Г.Я. Мусафирова, А.С. Неверов; заявитель УО "Белорусский государственный университет транспорта" - № а 20050163, заявка от 18.02.2005; опубл. 28.02.2008 // «Изобретения. Полезные модели. Промышленные образцы»: Официальный бюллетень национального центра интеллектуальной собственности. - 2008. - № 1. - С. 62.
2. Неверов, А.С. Графическое представление трехмерного параметра растворимости / А.С. Неверов. // Материалы, технологии, инструменты. - 1998. - №1. - С. 90-93.
3. Мусафирова, Г.Я. Герметик на основе растворов вторичного пенополистирола и каучука / Г.Я. Мусафирова, М.Г. Таврогинская // Материалы, технологии, инструменты. - 2004. - Т. 9. - №1. - С. 78-80.

The physico-mechanical and technological characteristics of the developed adhesive and protective sealant compositions based on recycled polystyrene, rubber, and bitumen are investigated.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ	8
Агунович И.В., Верещагин М.Н. Исследование термической стабильности быстрозакаленных латуней после изотермического отжига	8
Барадынцева Е.П., Воропай Е.С., Ермалицкая К.Ф., Пайгина С.П. Количественный анализ промышленных изделий из углеродистой стали методом двухимпульсной лазерной атомно-эмиссионной спектроскопии	10
Бобрышева С.Н., Кашлач Л.О., Подобед Д.Л. Новые материалы в технологиях предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций	12
Бондаренко П.И., Фенюк Д.А., Пинчук Л.С., Гольдаде В.А., Овчинников К.В. Эффективность криогелевых сегнетонаполненных радиопоглощающих материалов в СВЧ-диапазоне	14
Верещагин М.Н., Агунович И.В. Исследование термической стабильности быстрозакаленных латуней после изохронного отжига	16
Витязь П.А., Талако Т.Л., Парницкий Н.М. Композиционные порошки на основе моноалюминиды железа, получаемые методом механоактивируемого самораспространяющегося высокотемпературного синтеза	18
Вуец А.Е. Создание адекватной математической модели температурного поля при скоростном нагреве в процессе отпуска	20
Жилко Л.В., Шепелевич В.Г. Зеренная структура сплавов системы алюминий - олово, полученных высокоскоростной кристаллизацией	23
Князев С.А. Борирование со скоростным нагревом ТВЧ как способ повышения эрозионной стойкости кромок лопаток паровых турбин	25
Омельченко А.Н., Чеботарев М.А., Рамш А.С., Синайский А.Г., Курлянд С.К. Диэлектрические характеристики гибридных нанокompозитов на основе уретановых олигомеров с концевыми алкоксисилановыми группами	27
Пинчук А.И., Шепелевич В.Г., Щербаченко Л.П. Структура и физические свойства фольг быстрозатвердевшего промышленного оловянного припоя ПОС-61	29
Степанкин И.Н., Поздняков Е.П., Максачев В.С. Контактная усталость быстрорежущей стали Р6М5 с диффузионно-упрочненным карбонитридным слоем	31
Цзинцзе Ван, Шепелевич В.Г. Структура и микротвердость быстрозатвердевших фольг сплавов индия с оловом и свинцом	34
Чеботарев М.А., Омельченко А.Н., Синайский А.Г. Гибридные органически-неорганические композиты на основе уретановых олигомеров с концевыми алкоксисилановыми группами	37
Шепелевич В.Г. Микроструктура и микротвердость быстрозатвердевших сплавов системы кадмий – цинк	39
Шепелевич В.Г., Гусакова О.В., Щербаченко Л.П. Структура быстрозатвердевших фольг сплава Вi – 50 ат. % Sn ..	42
Эйсымонт Е.И., Овчинников Е.В., Сергейчик Р.Ю., Петрошевич Д.В. Структурные особенности покрытий, модифицированных силикатами природного происхождения	44
Секция 2. НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ	48
Антонов А.С., Крупица П.С. Составы и технологии триботехнических фторсодержащих композитов	48
Ворсина И.А., Григорьева Т.Ф., Удалова Т.А., Овчинников Е.В., Струк В.А., Ляхов Н.З. Взаимодействие компонентов системы полимер + силикат в процессе совместной механической активации	51
Ворсина И.А., Григорьева Т.Ф., Удалова Т.А., Овчинников Е.В., Струк В.А., Ляхов Н.З. Механическая активация смесей УПТФЭ с каолинитом	52

Ворсина И.А., Григорьева Т.Ф., Удалова Т.А., Овчинников Е.В., Струк В.А., Ляхов Н.З. Механическое взаимодействие в системе поли-N-винилпирролидон – коалинит	54
Гей С.Л., Сорокин В.Г., Овчинников Е.В. Рассеяние рентгеновских лучей на дефектных структурах	55
Григорьева Т.Ф., Дьячкова Л.Н., Восмериков С.В., Удалова Т.А., Ковалёва С.А., Ляхов Н.З. Одностадийное получение и изучение структуры механокомпозитов вольфрама с небольшим содержанием несмешиваемых с ним металлов	57
Григорьева Т.Ф., Дьячкова Л.Н., Восмериков С.В., Удалова Т.А., Ковалёва С.А., Ляхов Н.З. Одностадийное получение механокомпозитов вольфрама с небольшим содержанием взаимодействующих металлов (Ni, Fe)	59
Григорьева Т.Ф., Киселёва Т.Ю., Ковалёва С.А., Новакова А.А., Цыбуля С.В., Удалова Т.А., Ляхов Н.З. Изучение механохимического взаимодействия железа с жидким галлием	61
Коренькова С.Ф., Сидоренко Ю.В. К вопросу о применении нанодисперсных компонентов в материалах общестроительного назначения	63
Кузьменкова Н.В., Сычко В.Е., Пинчук Л.С. Химические волокна как средство защиты ценных бумаг от фальсификации	66
Линопо В.А., Струк В.А., Саросек С.И., Гей С.Л., Сорокин В.Г. Атомно-кластерная модель структуры расплавов металлов	68
Матвеева Л.Ю., Брацыхин Ю.Ю., Солодкий В.В. Разработка методов получения наномодифицированных каучуковых композитов и наноструктурированных резин для эксплуатации в условиях низких температур	75
Новоселецкий В.А., Струк В.А., Хоров О.Г. Обоснование применения модифицированного сверхвысокомолекулярного полиэтилена высокой плотности для протезирования цепи слуховых косточек	78
Овчинников Е.В., Струк В.А., Губанов В.А., Лавринюк И.Л., Юлдашева Г.Б. Нанофазные фторорганические покрытия для уплотнительных элементов запорной арматуры	80
Овчинников Е.В., Струк В.А., Митинов А.В., Майстров И.И., Эйсымонт Е.И., Сластенов П.С. Нанофазные фторсодержащие смазочные материалы	83
Прокошев А.О., Возняковский А.П., Шумилов Ф.А. Перспективы и риски использования детонационных наноалмазов в медицине и биологии	86
Реут О.П., Какошко Е.С., Саранцев В.В. Получение огнеупорных СВС-материалов из порошковых смесей «алюминий–шунгит»	88
Сорокин В.Г., Михайлова Л.В. Влияние размерных параметров, особенностей кристаллохимического строения и энергетического состояния наноразмерных частиц на структуру и служебные характеристики полимерных матриц ...	89
Цыпкина И.М., Возняковский А.П., Матвеева Л.Ю. Влияние наноглерода детонационного синтеза на эксплуатационные свойства резин на основе каучуков общего назначения	92
Цыпкина И.М., Волкова М.А., Терехова А.С., Губанов В.А. Свойства композиционных материалов на основе перфторированного каучука «Неофтон» и фторопластов	94
Шумилов Ф.А., Возняковский А.П. Суспензии детонационных наноалмазов. Влияние поля ультразвука	96
Секция 3. ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ	99
Антонов А.С., Папроцкая Н.Н. Применение системного подхода при решении оптимизационных задач оборудования химического производства	99
Горячева Е.Т. Оптимизация конструкции трехкулачкового самоцентрирующегося токарного патрона	102
Гуринович В.И., Голубев В.С., Покровский А.И., Романчук И.А., Черникович В.Н. Особенности структурообразования высокопрочного чугуна при плазменной обработке	103
Данько В.П., Дорошенко А.В. Использование тепломасообменных аппаратов с подвижной насадкой для осушительно-испарительных солнечных холодильных систем	105

Девойно О.Г., Лапковский А.С., Веремей П.В., Луцко Н.И. Оптимизация схем лазерной закалки длинномерных деталей	107
Девойно О.Г., Лапковский А.С., Ковальчук А.А., Луцко Н.И. Комбинированные и гибридные технологии лазерной сварки	109
Девойно О.Г., Луцко Н.И., Ковальчук А.А., Лапковский А.С., Наскевич В.Ю. Изменение распределения элементов в сплаве на основе никеля при различных режимах лазерной наплавки	111
Дьячкова Л.Н. Методы активирования спекания порошковых сталей	114
Ивашко В.С., Саранцев В.В., Калиновский В.Р., Азаренко Е.Л. Комплект оборудования для создания электроискровых покрытий	118
Кравченко К.В., Костюкович Г.А., Овчинников Е.В. Методологические основы применения мультипроцессорной техники при конструировании карданных передач	120
Курносов Н.Е., Николотов А.А., Асосков А.С. Исследование эффективности применения многокомпонентных распыленных СОТС при обработке алюминиевых сплавов	123
Курносов Н.Е., Николотов А.А., Асосков А.С. Технологическое обеспечение шероховатости обработанной поверхности деталей дизельного двигателя	125
Левков К.Л., Потапенко П.В., Веремей П.В. Технологии получения сложнопрофильных деталей энергоустановок в опытном производстве	127
Линник Д.А. Разработка методов исследований виброзащитных систем водителя колёсных тракторов	130
Ловшенко Ф.Г., Хабибуллин А.И. Влияние технологических параметров экструзии на свойства дисперсно-упрочненной меди	132
Ловшенко Ф.Г., Хабибуллин А.И. Оптимизация процесса экструзии дисперсно-упрочненных медных заготовок	135
Макарский А.С. Программное обеспечение для конструирования литьевых пресс-форм	138
Марьина Н.Л., Селифонов С.К. Повышение эксплуатационной надежности вкладышей подшипников скольжения транспортных дизелей применением поверхностно-активных веществ	141
Марьина Н.Л., Селифонов С.К. Совершенствование технологии изготовления подшипников скольжения использованием композиционных материалов	143
Однолько Д.С. Системы бездатчиковой тепловой диагностики в электротехническом машиностроении	145
Олешук И.Г., Поболь И.Л., Жук Д.В., Степанкова М.К. Разработка технологии ионно-плазменного азотирования вставок штампов из стали 9ХС	148
Романчук И.И. Альтернативная система обозначения изделий – один из путей оптимизации технологических процессов изготовления автомобильных агрегатов на ОАО «Белкард»	150
Сосновский И.А., Куриленок А.А., Худолей А.Л. Особенности технологии изготовления разъемных биметаллических подшипников скольжения	152
Струк А.В. Технологические аспекты нормативного обеспечения рециклинга промышленной продукции с неполной амортизацией	155
Шевченко В.В., Ревенко И.В. Контроль процесса обработки деталей на станках с ЧПУ	158
Яроцкий В.Ю. Разработка оптимизированных конструкций автомобильных агрегатов на основе CALS-технологий ..	160
Секция 4. КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ	166
Андрикевич В.В. Композиционные материалы для конструкций сельскохозяйственной техники с повышенной виброактивностью	166
Андрикевич В.В. Полимерные композиционные материалы в конструкциях защитных элементов сельскохозяйственной техники	169

Андрікевич В.В., Костюкович Г.А., Авліекулов Ж.С., Кравченко В.И. Структура и свойства демпфирующих материалов на основе совмещенных смесей для автотракторных агрегатов и сельскохозяйственной техники	171
Андрікевич В.В., Кравченко В.И., Авліекулов Ж.С., Юлдашева Г.Б. Структурные особенности композиционных материалов для изготовления элементов автотракторной и сельскохозяйственной техники	175
Богданова В.В., Бурая О.Н., Тихонов М.М. Исследование влияния системы замедлителей горения на свойства композиционного материала на основе напыляемого пенополиуретана марки «Изолан-125»	179
Воропаев В.В., Струк В.А., Горбацевич Г.Н. Теплофизические аспекты технологии высокопрочных фторкомпозитов	181
Мусафирова Г.Я., Мусафиров Э.В. Физико-механические и технологические свойства герметизирующих и клеевых материалов на основе вторичного полистирола	188
Пересторонина З.А., Баранец И.В., Шаланова М.М., Курлянд С.К. Структурные особенности композиционного материала на основе несовместимых компонентов каучук – пластик в процессе его получения	190
Побережный С.В., Шелехина В.М. Твердый сплав на основе карбида вольфрама	192
Рева О.В., Михалюк С.А., Богданова В.В., Кобец А.В. Защитные композиционные покрытия на основе никеля и меди	194
Шелехина В.М., Дьячкова Л.Н., Дорский А.М. Материал на основе порошка железа для деталей тормозного механизма автомобиля	197
Секция 5. ТРИБОЛОГИЯ	200
Голуб В.М., Голуб М.В. Испытания и диагностика торцовых уплотнений валов гидромашин	200
Голуб М.В., Голуб В.М. Технологические методы повышения надежности уплотнений валов гидромашин	203
Киселевский О.С. Численная модель статического контакта поверхностей с фрактальной морфологией	205
Холодилов О.В., Белоногий Д.Ю., Короткевич С.В., Кравченко В.В. Диагностика состояния подшипников качения при граничной смазке	208
Секция 6. ТОНКИЕ ПЛЕНКИ И ИНЖЕНЕРИЯ ПОВЕРХНОСТИ	211
Веремейчик А.И., Сазонов М.И., Хвисевич В.М., Якушевич С. Исследование температурных полей и термонапряжений в цилиндрическом пуансоне при поверхностной закалке	211
Воропай Е.С., Ермалицкий Ф.А., Ермалицкая К.Ф. Лазерная спектроскопия PVD-покрытий промышленных изделий с субмикронным разрешением	213
Кузей А.М., Таран И.И., Филимонов В.А., Якубовская С.В. Структура и свойства электрохимических покрытий системы Ni-B, модифицированных ионами азота	216
Чекан Н.М., Акула И.П., Василевич И.Б., Онысько С.Р. Фазовый состав покрытий системы Zr-C-N	219
Чекан Н.М., Овчинников Е.В., Посылкин В.В., Эйсымонт Е.И., Шагойка А.Г. Тонкослойные антифрикционные покрытия для металлообрабатывающего инструмента	222
Секция 7. ЭКОНОМИКА ПРОМЫШЛЕННОСТИ	226
Авдейчик О.В. Генерирование интеллектуального капитала предприятия путем создания системы интеллектуального обеспечения инновационной деятельности промышленных предприятий	226
Гринченко А.В. Влияние транзакционных издержек на деятельность промышленных предприятий	230
Дадеркина Е.А. Кластерно-сетевая организация региональных инновационных систем	233
Драгун Н.П., Рачкова И.В. Основные направления исследования интеграционных структур в промышленности	235

Дрозд С.С., Круглякова Г.В. Инновационное развитие гомельского региона: проблемы, направления их решения ...	237
Неделькин А.Н. Объекты интеллектуальной собственности: коммерциализация	239
Неделькин А.Н. Реструктуризация и трансформация предприятий	240
Неделькин А.Н. Управление запланированными изменениями на предприятиях	241
Павловский Е.В. Анализ факторов, влияющих на платежеспособность предприятия	243
Ридевский Г.В. Производство промышленной продукции в городских поселениях Республики Беларусь	245
Секция 8-9. ПРОБЛЕМЫ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ. ЛОГИСТИКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	250
Зенькевич Э.И., Прокопчук Н.Р., Мулярчик В.В. Состояние и перспективы подготовки кадров в области наноматериалов и нанотехнологий в Беларуси	250
Киселевский О.С., Лодня В.А., Подгорнова Г.Т. Инновационные методики преподавания графических дисциплин в техническом вузе	252
Ключников А.С., Чирвоная Ю.М. Содержание и практическая реализация кафедрального учебного кейса для подготовки физиков-инженеров	255
Комар В.Н. Применение компьютерных технологий при изучении курса электротехники студентами инженерных специальностей	257
Небыков И.А., Юрова О.В., Моисеева Д.В. Проблемы подготовки компетентных сотрудников промышленного предприятия	258
Пыжик Т.Н., Кравчяня Н.А., Маглыш С.С. Особенности обучения химии студентов машиностроительных специальностей	261
Хартовский В.Е., Бойко В.К. К вопросу моделирования электроэнергетических систем	263