

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Научное издание

**Новые материалы, оборудование
и технологии в промышленности**

Материалы международной
научно-технической конференции
молодых ученых
Могилев, 26–27 октября 2017 г.

**Авторы несут персональную ответственность
за содержание тезисов докладов**

Технические редакторы: Е.Л. Трунова,
Ю.В. Кудрявцева
Компьютерная верстка И. В. Брискина

**Новые материалы, оборудование
и технологии в промышленности**

Материалы международной
научно-технической конференции
молодых ученых

Могилев, 26–27 октября 2017 г.

Подписано в печать 12.10.2017г. Формат 60х84/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Печать трафаретная. Усл.печ.л. 16,97. Уч.-изд.л. 18,25.
Тираж 70 экз. Заказ № 692.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 24.01.2014.
Пр. Мира, 43, 212000, Могилев.

Могилев 2017

УДК 621.01: 531: 625.08: 69: 62-82«324»(043.2)
ББК 34.5: 22.21: 39.3: 38: 31.291
Н72

Редакционная коллегия: д-р техн. наук, проф. *И. С. Сазонов* (гл. редактор); д-р техн. наук, доц. *В. М. Паишевич* (зам. гл. редактора); д-р техн. наук, проф. *М. Е. Лустенков* (зам. гл. редактора); д-р техн. наук, проф. *В. П. Куликов*; д-р техн. наук, проф. *В. П. Тарасик*; *И. В. Брискина* (отв. секретарь)

Рецензенты: канд. техн. наук, доц. *В. М. Шеменков*; канд. техн. наук *А. П. Прудников*; канд. техн. наук, доц. *Д. И. Якубович*; д-р техн. наук, проф. *В. П. Куликов*; д-р техн. наук, проф. *Е. И. Берестов*; канд. техн. наук, доц. *Н. А. Коваленко*; канд. техн. наук, доц. *Г. С. Леневский*; канд. техн. наук, доц. *С. С. Сергеев*; канд. физ.-мат. наук, доц. *И. И. Маковецкий*

Н72 **Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы междунар. науч.-техн. конф. молод. ученых / М-во образования Респ. Беларусь, М-во образования и науки Рос. Федерации, Белорус.-Рос. ун-т; редкол. : И. С. Сазонов (гл. ред.) [и др.]. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2017. – 292 с. : ил.**

ISBN 978-985-492-197-6.

Рассмотрены вопросы разработки новых технологических процессов, оборудования и их автоматизации, проектирования, производства и эксплуатации транспортных средств, энерго- и ресурсосберегающих технологий строительства. Изложены новые методы создания автоматизированных систем расчета и проектирования перспективных конструкций механической передачи. Приведены результаты исследований в области высокоэффективных технологий и машин сварочного производства, информационно-измерительной техники для контроля и диагностики. Рассмотрены способы повышения эффективности субъектов хозяйствования в условиях трансформации экономики.

Сборник предназначен для инженерно-технических и научных работников, аспирантов и студентов ВУЗов.

УДК 621.01: 531: 625.08: 69:62-82«324»(043.2)
ББК 34.5: 22.21: 39.3: 38: 31.291

ISBN 978-985-492-197-6

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет», 2017

САМУЙЛОВ Д.Н., ПОПРОЦКИЙ В.С., УЗЯНОВА Ю.В., ЩУР А.В. Качество физической подготовленности обучающихся.....	273
СУБОЧ Т.В., ГОРШЕНКОВА А.Г. Совершенствование инновационной деятельности предприятий пищевой промышленности (на примере ОАО «Бабушкина крынка»).....	274
ТАЛАНОВА И.М. Особенности управления долгосрочными активами в условиях развития инновационной экономики.....	275
ЧАЛОВ В.П. Инновационное развитие инжиниринговых компаний.....	276
ШАБЛИНСКАЯ А.А., СЛАВИНСКИЙ И.М. Проблема совершенствования маркетинговой деятельности предприятия (на примере ОАО «Белшина»).....	277

БОЛЬШАКОВА А.В. Инновационная экономика в развитии общества.....	251
БОНДАРЕВА В.Д. Перспективы развития валютно-обменных операций коммерческого банка.....	252
ВАСИЛЕНКО А.М. Эффективность переработки вторичных ресурсов в пищевой промышленности.....	253
ВОЛКОВА В.Г. Электронное декларирование, как инновация в таможенном оформлении.....	254
ВОЛКОВА В.Г. Особенности инновационного развития экономики Республики Беларусь.....	255
ГРОМЫКО В.Э. Управление кредитным риском как элемент развития банковского кредитования.....	256
ДЕМИДОВА А.С., ЕМЕЛЬЯНОВА Е.Б. Пути повышения эффективности организации труда на предприятии (на примере РУП «Могилевавтодор»).....	257
ДЕРБЕЕВА В.О. Государственная поддержка по развитию информационно-коммуникационных технологий.....	258
ДЕРБЕЕВА В.О., ЛЕБЕДЕВА Н.Ю., ЛАЗАРЕВА Е.П. Проблемы управления доходами и расходами предприятия (на примере предприятия ОАО «Обувь»).....	259
ДЯДЧЕНКО Е.Ю. Детерминанты ссудного процента.....	260
ДЯДЧЕНКО Е.Ю. Управление кредитным риском.....	261
ЛАВРЕНТЬЕВ Р.С. Оценка и пути повышения конкурентоспособности предприятия.....	262
ЛАРЧЕНКО А.В., ДОЛГОЛЕВА М.А., ЗАРУБСКИЙ В.В. Повышение контроля качества продукции предприятия (на примере «ЭКОМОЛ АГРО»).....	263
ЛЕВЧЕНКОВА Н.А. Специфика логистики в сфере услуг.....	264
ЛЕОНОВ М.В. Особенности проведения денежно-кредитной политики при применении криптовалюты.....	265
МАКАРЕВИЧ О.Д., МИХАЙЛОВА А.Н. Разработка показателей оценки труда работников коммерческой службы.....	266
НАУМОВ Д.А. Формирование инновационной экономики в Республике Беларусь.....	267
НЕВЕРОВА М.А. Влияние инноваций на экономику России.....	268
ПОВАРОВ Д.О. Практические аспекты применения логистики в деятельности предприятия.....	269
САМАРЦЕВ К.С. Социальная и профессиональная мобильность взрослых в дополнительном образовании.....	270
САМУЙЛОВ Д.Н., ПЕРЕЦ Н.А., ПИСАРЕНКО В.Ф., ЩУР А.В. Состояние здоровья студентов как один из показателей социально-экономического развития общества.....	271
САМУЙЛОВ Д.Н., ПОПРОЦКИЙ В.С., МАЛЫШЕВА Е.А., ЩУР А.В. Эффективность физической подготовки обучающихся.....	272

УДК 55.22.19

ПЛАЗМЕННЫЕ ПОКРЫТИЯ ИЗ МЕХАНИЧЕСКИ ЛЕГИРОВАННЫХ ПОРОШКОВ

А. С. ФЕДОСЕНКО

Научный руководитель Г. Ф. ЛОВШЕНКО, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ АВИАЦИИ»
Могилев, Минск, Беларусь

Газотермическое напыление является важной технологией, нашедшей применение в различных отраслях производства, включая химическую и горнодобывающую промышленность, нефтепереработку, энергетику, машино-, ракето- и авиастроение, сельское хозяйство и широко используемой в мировой практике для упрочнения и восстановления поверхности деталей. В нашей республике газотермические покрытия находят применение на таких крупных промышленных предприятиях как: ОАО «Белорусский металлургический завод», ОАО «Могилевхимволокно», ОАО «Гродно Азот», ОАО «Мозырский НПЗ», ОАО «НАФТАН», ОАО «Беларуськалий».

Основным фактором, существенно ограничивающим и удорожающим применение этого способа нанесения покрытий, является отсутствие дешевой и эффективной технологии производства напыляемых материалов требуемого состава и свойств. В нашей стране их промышленный выпуск практически не освоен и для получения покрытий используются импортные материалы.

Разработка универсальной конкурентоспособной технологии производства материалов для газотермических способов напыления, обладающих требуемым комплексом свойств, является достаточно актуальной задачей. Анализ результатов многолетних исследований, выполненных в Белорусско-Российском университете и направленных на создание композиционных материалов различного функционального назначения [1–3], позволяет сделать вывод о возможности использования для ее решения способа, основанного на реакционном механическом легировании (РМЛ).

В качестве перспективных систем для исследования были выбраны композиции, покрытия из которых, по мнению автора, наиболее полно отвечают потребностям народного хозяйства Республики Беларусь в данной сфере. Исследовались материалы на основе железа, никеля, а также оксидной керамики, при этом рассмотренные композиции являются типичными представителями материалов своей группы и включают:

– материалы на основе железа, основным назначением которых является получение плазменных покрытий, отличающихся высокой твердостью

и износостойкостью. За базовые были приняты композиции: 40X13, 12X18H10, Fe–30 % Al;

– материалы системы Ni–Al, для покрытий с повышенной твердостью и износостойкостью, а также прочностью сцепления с подложкой (ПН5Ю95, ПН10Ю90, ПН85Ю15);

– композиционные материалы на основе системы Al_2O_3 – TiO_2 , для покрытий с повышенной вязкостью и износостойкостью. Базовая композиция Al_2O_3 –13 % TiO_2

Порошковые материалы получали в механореакторе на основе вибрационной мельницы гирационного типа, оснащенного четырьмя рабочими камерами объемом 1 дм³ каждая. Механосинтез проводился на следующих базовых режимах: ускорение рабочих тел – $a_n = 135 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$; отношение объема рабочих тел к шихте – $k = 12$; заполнение рабочей камеры шарами – $\varepsilon = 75 \%$; время обработки – $T = 8 \text{ ч}$.

Установлено, что формирование композиционных порошков происходит в результате многократно повторяющихся процессов разрушения частиц, адгезии, агломерации и сварки осколков по ювенильным поверхностям. На первом этапе продолжительностью около 2 ч превалирует разрушение частиц, в дальнейшем – сварка осколков. Динамическое равновесие между этими процессами наступает после обработки в течение 6–7 ч.

Структура основы синтезируемых материалов (независимо от состава шихты) формируется по механизму динамического возврата. Она относится к субмикроструктурному типу с размером зерен, не превышающих 100 нм, разделенных на блоки величиной не более 50 нм.

Композиционные порошки на основе металлов, полученные на оптимальных режимах механосинтеза, имеют средний размер частиц 30–100 мкм. Обработка шихты на основе оксидной керамики (Al_2O_3 – TiO_2 –легирующий металл) во всем временном интервале механосинтеза сопровождается измельчением компонентов матрицы (Al_2O_3 и TiO_2). Присутствие легирующей добавки, отличающейся высокой пластичностью, обеспечивает связывание оксидов в гранулированные частицы с размером 5–10 мкм. Все синтезируемые материалы отличаются гомогенным распределением компонентов на субмикроструктурном уровне.

Методом дифференциального термометрического анализа установлено, что полнота протекания механически активируемых фазовых превращений при механическом легировании зависит от природы реагирующих компонентов. В двойных композициях на основе системы Fe–Al она практически не реализуется, в то время как в композициях на основе системы Ni–Al степень их завершения достигает 60–80 %. В комплексно-легированных композициях, содержащих алюминий и оксиды (MoO_3 , Fe_2O_3 , Ni_2O_3), окислительно-восстановительные превращения получают значительное развитие. Не зависимо от природы основы (Fe, Ni) в системах с MoO_3 они находят полное завершение, а с Fe_2O_3 , Ni_2O_3 завершаются на 50–70 %. Это свидетельствует о том, что синтезируемые материалы яв-

ОЛИФЕРОВИЧ Н.М., ШИРОКОВ А.В., КАШКАН М.А. Апробация гармонической идентификации на тепловом объекте..... 232

ПОЛОНЕВИЧ П.В., КРАВЦОВ И.П. Обеспечение точности импульсного контроля обмоток асинхронных двигателей..... 233

СЕРИКОВ А.П., КОРНЕЕВ А.А. Аппаратное и программное обеспечение для исследования вентильно-индукторного электропривода «ВИП-2.5»..... 234

ТРЕТЬЯКОВ А.С., КАПИТОНОВ О.А. Исследование энергетических характеристик асинхронного электродвигателя улучшенной конструкции..... 235

Секция 9. Методы и приборы контроля качества продукции и природной среды

БОЛОТОВ М.Г., ПРИБЫТЬКО И.А., АЛЕКСЕЕНКО С.В. Оценка прочности сварных соединений арматуры..... 236

ВЕСЕЛУХА Е.А. Методика идентификации марки красителей на хлопковых волокнах методом микро-спектроскопии комбинационного рассеивания..... 237

ГЕРАСИМЕНКО Н.В. Анализ методов и технических средств контроля состояния изоляции трубопроводов тепловых сетей..... 238

ГРЕЦКАЯ Н.А., РИМДЕНОВ В.В. Применение ИК-анализаторов влажности в производственном контроле..... 239

ЖИЛИНСКАЯ Н.А. Производственный контроль в области охраны окружающей среды..... 240

ИГНАТОВ Н.Н. Очистка сточных вод электромембранным аппаратом рулонного типа..... 241

ИВАНЕЦ К.В. Изучение содержания токсичных элементов методом атомной абсорбции..... 242

НАЙДЮК О.М., БУСУМАТОВА А.В. Изучение содержания токсикантов в снегах..... 243

ПАВЛЮКОВА О.Г. Методика оценки печатного оттиска для контроля качества бумаги..... 244

ПОДОРОЖНЯЯ И.В. Применение криоскопического метода при контроле упаковки для пищевых продуктов..... 245

СТЕПАНЮК Ю.Г. Валидация методики определения тяжелых металлов в почвах атомно-абсорбционным методом..... 246

СУЛИМ К.П., ФОМИН А.Е. К вопросу использования отходов промышленных предприятий..... 247

ХОЛМОГОРОВ А.А., СМЕРНОВ Р.А., ЗУБКОВ Е.К., БУТУСОВ А.А. Количественный анализ тепловых изображений..... 248

Секция 10. Инновационная экономика в развитии общества

АЖАМАН И.А. Стимулирование развития строительства в сельской местности..... 250

СИДОРОВ М.В., ШИПОВ В.А. Преимущества железобетона в дорожном покрытии.....	211
СИРОШ К.А. Исследование соответствия принципа Сен-Венана в нелинейно-упругих пластинах. Постановка задачи.....	212
СКАЧЕК П.Д. Статический расчет изгибаемой треугольной пластинки.....	213
СОТНИК Л.Л. Кинематика вальки вибровалькового измельчителя...	214
СТРЕЛЬЦОВ К.А. Влияние природы заполнителей и их соотношений на свойства бетона.....	215
СУНАК П.О., МЕЛЬНИК Ю.А., МЕЛЬНИК А.В., ПАРАСЮК Б.О. Исследование методов оценки надежности сталефибробетонных элементов.....	216
ТИМОФЕЕВ И.Б. Сопротивление местному сжатию легких бетонов на основе керамзита заводов Беларуси.....	217
ТИМОФЕЕВА М.А. Исследование ресурсосберегающей технологии в производстве канализационных железобетонных колец.....	218
ТОЛОЧИНЕЦ И.М. К вопросу создания пружинного грохота.....	219
ФОМИН А.Е. Некоторые особенности создания строительных материалов нового поколения.....	220
ЧЕЛУШКИН И.А. Влияние тяговых свойств автомобиля на коэффициент сцепления и образование колеи.....	221
ЧЕРНЕВА Е.С. Инновационный метод определения остаточной несущей способности конструкций.....	222
ЧИВИЛЬ В.В. Влияние электролитов на реологические свойства шликеров в производстве керамических плиток ГРЕС.....	223
ШАМШИНА К.В. Жесткость и прочность железобетонных элементов с коррозионными продольными трещинами.....	224
ШВАЙЛИКОВА Э.В. Исследование степени гидратации цемента по сечению образцов после тепловлажностной обработки.....	225
ЮШКОВ В.С. Устройство виброполосы на автомобильных дорогах.....	226

Секция 8. Автоматизация, электропривод, электрооборудование

ВИШНЕРЕВСКИЙ В.Т. Применение искусственных нейронных сетей в системах управления электроприводами с распределенными параметрами.....	227
ВЛАСОВА А.В. Радиоэлектронное оборудование гражданской авиации как компонент управления безопасностью полетов.....	228
КРАВЦОВ И.П., ПОЛОНЕВИЧ П.В. Выявление витковых замыканий обмоток электрических машин резонансным методом.....	229
ЛИЦИН К.В., ЛИЦИНА Д.Ю. Экономическое обоснование использования промежуточных трансформаторов в системе векторно-импульсного пуска синхронного двигателя.....	230

ляются термодинамически неравновесными, термореагирующими комплексно-упрочненными системами, находящимися в активированном состоянии.

Отжиг, активирующий взаимодействие между компонентами при нагреве до температуры достигающей 870 К, сопровождается увеличением твердости частиц на 7–80 %, в зависимости от химического состава и условий обработки композиций в механореакторе. При этом на структуру основы данная операция значительного влияния не оказывает.

Использование для напыления отожженных порошков обеспечивает увеличение твердости покрытий, по сравнению с твердостью покрытий из нетермообработанных материалов, до 23 %. При этом оптимальные температуры отжига, обеспечивающие получение наибольшей твердости, существенно зависят от химического состава композиций и составляют: для материалов на основе систем «Fe–Cr–C», «Fe–Ni–Cr–C» и «Ni–Al» – 570 К, а для материалов на основе систем «Fe–Al» и «Ni–Al–Ni₂O₃» – 870 К.

Формируемые покрытия наследуют субмикро- / микрокристаллический тип структуры напыляемого материала, легирующие элементы и синтезируемые упрочняющие фазы имеют дисперсное и равномерное распределение. Толщина пластин, из которых сформирован слой, в поперечном сечении составляет 5–20 мкм, а длина 40–80 мкм.

Основой покрытий системы **Fe–Cr–C** является мартенсит, **Fe–Cr–Ni–C** – аустенит с включениями мартенсита. Фазами, стабилизирующими и упрочняющими стальную основу, имеющую высокоразвитую границу зерен и субзерен, служат наноразмерные включения карбидов, интерметаллидов и оксидов. Основа никелевых покрытий представляет собой твердый раствор легирующих элементов в матричном металле. Упрочняющими фазами служат наноразмерные включения алюминидов никеля и оксидов алюминия различных модификаций. Во всех случаях в материалах присутствуют оксиды исходных компонентов, наличие которых обусловлено взаимодействием частицы с окружающей средой в процессе напыления.

Основой покрытий из порошков на базе оксидной керамики, является высокотемпературная фаза γ -Al₂O₃. Также присутствует α -Al₂O₃ оксид алюминия, TiO₂ в модификации рутил. Помимо этого, в композициях легированных алюминием и никелем присутствуют интерметаллидные фазы AlNi, Ni₃(Al, Ti), никель.

Оптимизация химического состава и условий механосинтеза исследуемых композиций, а также условий плазменного напыления, позволили получить покрытия с плотностью более 95 %, которые не только не уступают по свойствам покрытиям из промышленно выпускаемых порошков, но превосходят их по исследуемым характеристикам, включая по твердости на 45...70 %, относительной износостойкости на 15...65 %, прочности сцепления до 2,4 раза, а также вязкости покрытий на основе оксидной керамики до 1,9 раза.

По результатам проведенного комплексного исследования, были разработаны технологический процесс изготовления композиционных материалов, а также технологический процесс плазменного напыления покрытий из них.

Покрытия из разработанных порошков прошли промышленные испытания на ведущих предприятиях Республики Беларусь, а также Российской Федерации. Их результаты показали, что срок службы деталей с упрочненной разработанными порошками поверхностью до 2 раз выше промышленно используемых аналогов.

Таким образом, исходя из полученных результатов, следует, что реакционное механическое легирование является перспективным способом получения композиционных порошков практически не ограниченных по химическому составу, включая термореагирующие, для газотермических способов нанесения покрытий различного функционального назначения. Отличаясь универсальностью, экологической безопасностью, простотой применяемого оборудования, а также гибкостью технологического процесса, существенно упрощается процесс производства порошков и появляется возможность организовать участки по выпуску материалов необходимого состава непосредственно на предприятии-потребителе.

Разработанные плазменные покрытия, отличаясь повышенными, по сравнению с покрытиями из промышленно выпускаемых аналогов, физико-механическими свойствами и эксплуатационными характеристиками, должны обеспечить увеличение ресурса работы упрочненных и восстановленных деталей, а также существенно расширить их номенклатуру.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ловшенко, Ф. Г.** Закономерности формирования фазового состава, структуры и свойств механически легированных материалов: монография / Ф. Г. Ловшенко, Г. Ф. Ловшенко. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2008. – 420 с.
2. **Ловшенко, Г. Ф.** Жаропрочные механически легированные алюминиевые материалы с низким коэффициентом линейного расширения / Г. Ф. Ловшенко, Е. И. Марукович // Литье и металлургия. – 2005. – № 2. – С. 150–155.
3. **Ловшенко, Ф. Г.** Наноструктурные механически легированные материалы на основе никеля / Ф. Г. Ловшенко, Г. Ф. Ловшенко. – Минск : БНТУ, 2012. – 297 с.

основе использования метода конечных элементов.....	190
КУЗНЕЦОВ А.В., ЛЕБЕДЕВ М.В. О формах свободной поверхности потоков в водопропускных трубах автомобильных дорог.....	191
КУМАШОВ Р.В. Экспериментальные исследования осадок железобетонных плит покрытия 2ППЗ0.10-30 на упругом основании.....	192
КУМАШОВ С.В. К определению кривизны фундаментной балки с трещинами.....	193
КУРОЧКИН Н.В., УСОВ М.С. Совершенствование технологических комплексов по производству высококачественного цемента.....	194
ЛАБУЗОВА М.В. К вопросу оценки способности к самоочищению фотокаталитических строительных материалов.....	195
ЛАДНЫХ И.А. Использование современных материалов для усиления деревянных конструкций.....	196
ЛАРИОНОВ П.С. Исследование отходов обогащения кварцевых песков месторождения «Лениндар».....	197
МАГЕРРАМОВА И.А. Экспериментальные исследования композиционных материалов, наполненных базальтов.....	198
МАКАРЕНКО Т.С., ЛАЗАРЕНКО А.Л., ЛЕБЕДЕВ М.В. Использование пластика при нанесении дорожной разметки.....	199
МАКАЦАРИЯ Д.Ю., КУТУЗОВ В.В. Проведение ремонта асфальтобетонного дорожного покрытия как основа снижения дорожной аварийности.....	200
МЕЛЬНИК А.В., МЕЛЬНИК Ю.А., СУНАК П.О., ПАРАСЮК Б.О. РЭМ-фотограмметрические исследования суффозионных свойств оснований зданий и сооружений.....	201
МОСТОВОЙ С.Н., ДАНИЛЕНКО А.В. Дисперсноармированные бетоны на активированном портландцементе с добавкой золы-унос.....	202
НЕЛЮБОВА В.В. Подходы к оптимизации свойств ячеистых композитов строительного назначения.....	203
ОГУРЦОВА Ю.Н., КОЛБАСИН И.С., ЧЕРНЯЕВА Ю.А. Перспективы применения гидрофобизирующего гранулированного заполнителя.....	204
ПАРХИМОВИЧ Р.А., БУТРАМЕНКО А.А. Щелевая система водоотвода с проезжей части моста.....	205
ПАРЫШЕВ Д.Н., МОИСЕЕВ О.Ю., ОВЧИННИКОВ И.И. Особенности расчёта напряженно-деформированного состояния прямой предварительно напряженной труботетонной балки.....	206
ПЕТРУСЕВИЧ В.А. Предельный анализ плоских тонкостенных металлических рам при действии повторно-переменных нагрузок.....	208
РЕУТСКИЙ И.А. Экспериментальная установка для удаления влаги из сырьевого материала.....	209
РЖЕВУЦКАЯ В.А. Исследования прочностных и деформативных характеристик керамзитобетона при однократном статическом нагружении.....	210

АСТАНКОВ К.Ю. Использование неравновесных колебаний для вибропогружения свай.....	169
БАРАНЧИК А.В. Исследование характеристик трехслойных панелей с минераловатным утеплителем.....	170
БЕЛОКОПЫТОВ С.С., ШАНДРАК Ю.И. О качестве расчетов сопротивления теплопередаче по ТКП 45-2.04-43-2006 и Р 1.4.115.13.....	171
БЕЛЯЕВА Е.В. Методика определения изначального содержания цемента в свежеприготовленном бетоне.....	172
ГАВРИЛЕНКО А.Д. Применение контрольных карт Шухарта при производстве железобетонных панелей перекрытия.....	173
ГАРАЩЕНКО Д.П. Повышение эффективности использования микрокремнезема в портландцементе.....	174
ГОРДИЕНКО С.Н., ЧАЛАЯ А.О. Актуальные перспективы формообразования каркасно-стеновых многоэтажных зданий (на примере нормативной базы типового межвидового каркаса серии 1.020-1/87)....	175
ГРИНЕВА И.И. Оценка остаточного ресурса прочности поврежденных каменных внецентренно сжатых столбов.....	177
ДМИТРИЕВА Т.В., БЕЛЯЕВ А.В. Грунтобетон для дорожного строительства.....	178
ЗАВАЛЬНЫЙ А.В., ПАНКЕЕВА А.Н. Определение границ городских агломераций.....	179
ЗАЯЦ В.В., КАХАНЧИК М.П. Исследование прочности строительного раствора при частичной замене исходных материалов на формовочную смесь.....	180
ИЛЬИН В.Р. Многогранное пространственное покрытие.....	181
КАПИТОНОВА В.А. Прочность керамзитобетона на основании сырья заводов Беларуси при малоцикловом силовом нагружении.....	182
КАРАМЫШЕВ А.А. Методологические аспекты использования цвета в типовой застройке.....	183
КЕТНЕР Э.А. Прочностные и деформативные характеристики керамзитобетонных на основе сырья заводов Республики Беларусь.....	184
КОМАРОВ М.А., КОРОБ Н.Г., КУЗЬМЕНКОВ Д.М. Структурно-управляемый синтез гидратированного сульфата кальция.....	185
КОРЗАЧЕНКО Н.Н., СЕРГЕЕВ А.И. Надежность фундаментов в сложных инженерно-геологических условиях.....	186
КОСТЮК А.И., СТОЛЕВИЧ И.А., СТОЛЕВИЧ О.И. Использование керамзитобетона на карбонатном песке в элементах и конструкциях.....	187
КРАНТОВСКАЯ Е.Н., ПЕТРОВ Н.Н., СИННИЙ С.В. Исследование деформативности материалов неразрезных железобетонных элементов.....	188
КСЕНИШКЕВИЧ Л.Н. Влияние органо-минеральной добавки на прочность дисперсноармированного цементного камня.....	189
КУЗМЕНКО Д.О. Применение параметрической оптимизации на	

УДК 621.33 МЕХАТРОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ КАРЬЕРНОГО САМОСВАЛА

В. С. САВИЦКИЙ

Научный руководитель В. П. ТАРАСИК, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

На карьерных самосвалах БЕЛАЗ грузоподъемностью 30–60 т применяется гидромеханическая передача (ГМП). ГМП состоит из гидродинамического трансформатора и многоступенчатой коробки передач, переключение ступеней в которой осуществляется посредством многодисковых фрикционных муфт и тормозов, снабженных гидроприводом управления.

Для управления ГМП разработана мехатронная система автоматического управления (МСАУ). Эта система управляет переключением передач, блокированием гидротрансформатора, изменением режима работы двигателя при переключении передач, обеспечивает плавное включение фрикционных ГМП.

Схема МСАУ приведена на рис. 1. МСАУ имеет распределенную структуру, состоит из множества компонентов, располагаемых в различных местах самосвала. В её состав входят следующие компоненты: контроллер управления ГМП; селектор режимов управления ГМП; электронная педаль акселератора; электронная панель приборов; механизмы управления фрикционными (МУФ) ГМП; датчики частоты вращения валов ГМП; датчики давления; датчик температуры масла.

МСАУ обеспечивает три режима управления ГМП: автоматический, командный и аварийный. В автоматическом режиме осуществляется автоматическое переключение передач и автоматическое управление блокированием гидротрансформатора. В командном режиме передачи переключает водитель вручную посредством перемещения рычага селектора, а управление блокированием гидротрансформатора автоматическое. Аварийный режим управления используется при необходимости доставки самосвала с неисправной МСАУ или ГМП на базу ремонта. На этом режиме можно включить первую передачу и передачу реверса.

При создании МСАУ для карьерных самосвалов БЕЛАЗ наиболее сложной проблемой оказалась разработка МУФ. Назначение МУФ – управление потоком энергии рабочей жидкости, подаваемой в гидроцилиндр фрикциона, и обеспечение требуемой характеристики изменения давления в нём в процессе переключения передачи.

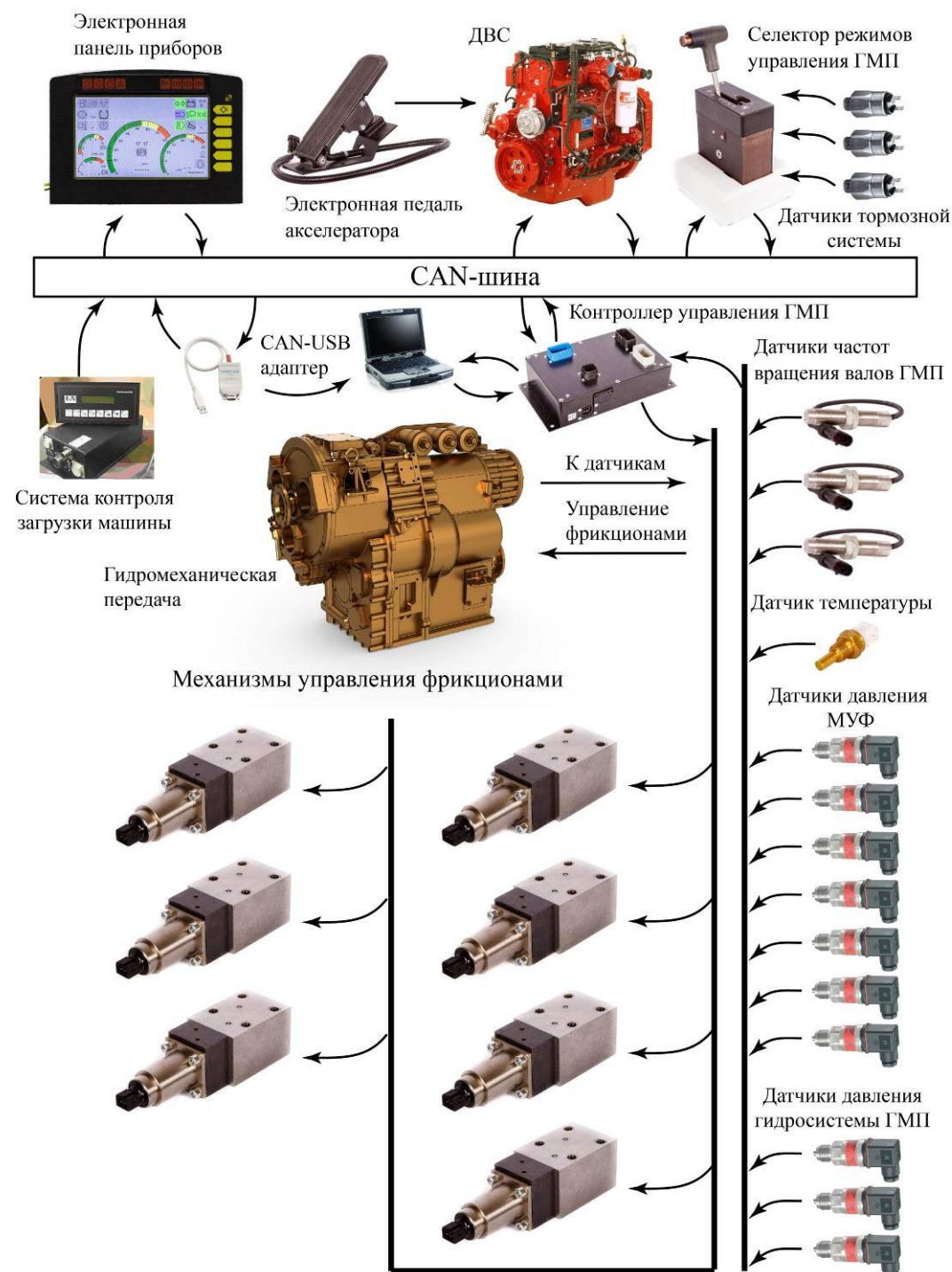


Рис. 1. Схема МСАУ

На рис. 2 представлена конструкция МУФ после её доработки, выполненной на основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований.

МУФ выполнен в виде двухступенчатого электрогидравлического пропорционального клапана, состоящего из регулятора давления (РД) с шаровым запорно-регулирующим органом и золотникового регулятора-распределителя (РР). РД состоит из пропорционального электромагнита 1, шарикового затвора 4, седла клапана 5 и камеры регулирования 6, соединённой через дроссель 20 с полостью управления 7 регулятором-

Секция 6. Проектирование, производство и эксплуатация автомобильного транспорта

БЕЛЬСКИЙ Е.Н. Обоснование выбора технологического оборудования при проектировании постов и участков организаций автосервиса.....	149
БИЛЫК С.Ю. Повышение эффективности алгоритма системы EBD автомобиля.....	150
ВОЛОДАРЕЦ Н.В. Формирование структурной схемы информационной системы мониторинга транспортного средства.....	153
ГОЛОВЧЕНКО Ю.А. Моделирование структуры зоны технического обслуживания транспортных средств.....	154
ГРЯЗНОВ В.А. Определение возможности оценки технического состояния агрегатов трансмиссии гибридных легковых автомобилей...	155
ЛИННИК И.Э., ЖАБИНА А.И. Влияние внешней среды на прогнозирование объемов перевозок пассажиров метрополитеном.....	156
МАЗУРОВ В.И. Устройство для бортового диагностирования тормозной системы автомобиля.....	157
МИГУРСКИЙ Г.С. Анализ методов для диагностирования двигателей внутреннего сгорания.....	158
ПАВЛЕНКОВ Н.Н. Бортовое диагностирование тормозной системы.....	159
ПЕТРЕНКО М.Л., ЮШКЕВИЧ А.В., МЕЛЬНИКОВ А.С., МЕЛЬНИКОВ А.А. Повышение безопасности движения двухколесного мотоцикла.....	160
СЕМЕНОВ И.Н. Особенности диагностики трансмиссий гидрофицированных мобильных машин.....	161
СЕМЫКИНА А.С. Выявление проблем транспортного комплекса горно-обогатительных предприятий.....	162
СМИРНОВ П.И. К анализу особенностей работы ДВС легковых автомобилей в условиях городских циклов движения.....	163
СТРЕХА В.И., КЛИМКО В.В. Особенности обслуживания лесных агрегатных машин на предприятиях отрасли.....	164
ХАДКЕВИЧ И.Ю. Математическое моделирование гидродинамического трансформатора.....	165
ШАШЕНКО С.Ф. Испытание центробежно-магнитного устройства осушки сжатого воздуха в системе пневмопривода троллейбуса...	166
ШИНКЕВИЧ А.Г., GERMANOVICH A.O. Рубильная машина на базе шасси форвардера с возможностью автономного использования рубильного модуля.....	167

Секция 7. Инновации в строительстве

АЛДАШОВ Е.А., ШИМУКЕНУС В.М. Алгоритм выбора комплекта машин для строительства асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог.....	168
---	-----

ЮМАНОВ Д.Н. Современные подходы к компьютерному моделированию процессов контактной рельефной сварки.....	130
ЯКУБОВИЧ Т.С. Методы снижения материалоемкости стыковых и тавровых сварных соединений.....	131

Секция 5. Транспортные и технологические машины	
БОНДАРЕНКО О.И. Исследование безопасности персонала тягового подвижного состава методами математического моделирования...	132
ДУДИЧ Э.Д. Совершенствование технологии лесосечных работ в ГПУ НП «Беловежская пуща» в соответствии с FSC.....	133
ИОНКИНА А.Д. Исследование динамической загруженности рамы вагона-платформы для перевозки контейнеров.....	134
КОНОНОВИЧ Д.А. Технологические процессы заготовки лесосечных отходов в Республике Беларусь.....	135
ЛАГЕРЕВ И.А. Методика моделирования рабочих процессов гидравлических манипуляторов мобильных машин.....	136
ЛУКАШОВА Е.В. Анализ влияния жесткостных характеристик кузовов пассажирских вагонов на уровень комфорта перевозок.....	137
ОРЕХОВА Т.Н., ДЕМУШКИН Н.П. Молотковая дробилка для производства пористого заполнителя.....	138
ОРЕХОВА Т.Н., КРАСНОВ В.В. Пневмосмеситель для производства сухих строительных смесей.....	139
РОВСКИЙ А.М. Измельчитель сырьевых материалов с цепным рабочим органом.....	140
РОМАНОВИЧ Л.Г., КОЛЕСНИКОВ Р.С. Сепаратор кипящего слоя.....	141
РОМАНОВИЧ М.А., КОЛЕСНИКОВ Р.С. Энергосберегающая технология и оборудование для производства композиционных вяжущих.....	142
РОМАНОВИЧ М.А., КОРЕНЕВ Д.А. Повышение износостойкости рабочих органов.....	143
РОМАНОВИЧ М.А., ЛОКТИОНОВ И.С. Определение мощности мельницы, затрачиваемой на создание продольного движения мелющей загрузки.....	144
РОМАНОВИЧ М.А., ЧЕХОВСКОЙ Е.И. Агрегат для получения кубовидного щебня.....	145
СУДАКОВА В.А. Особенности диагностирования трансмиссий в процессе эксплуатации.....	146
ТОЛСТОЛУЦКИЙ С.М., ТКАЧЕНКО Е.С. Манипулятор транспортно-технологической системы с вильчатым хватом.....	147
ЧЕЗГАНОВА Д.В. Создание цифровой модели элементов тормозной системы подъемной машины.....	148

распределителем. Эта полость через дроссели 8, 13 и 20 постоянно соединена с каналом 14 подвода рабочей жидкости от гидронасоса. Основными элементами РР являются золотник 10 и пружина 12. Канал 14 РР соединён с гидронасосом системы управления, канал 15 – с гидроцилиндром фрикциона, а канал 16 – с гидробаком.

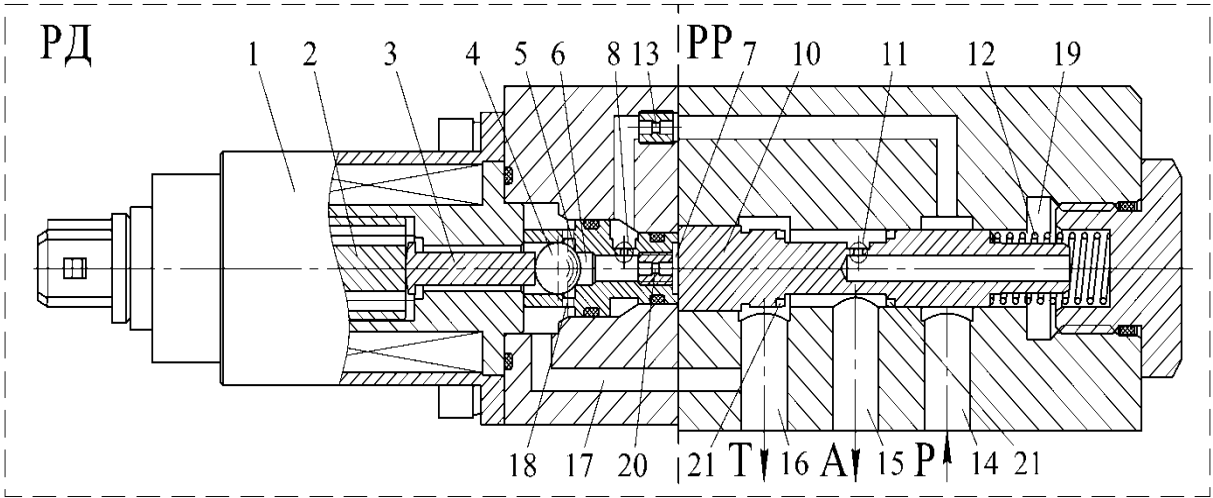


Рис. 2. Конструкция МУФ

При разработке конструкции МУФ, для обоснования его характеристик и параметров возникла необходимость математического моделирования процессов функционирования.

На основе метода сосредоточенных масс разработана динамическая модель системы гидропривода управления фрикционом, представленная на рис. 3. Она учитывает инерционные, упругие и диссипативные свойства всех компонентов системы гидропривода и её гидромагистралей, а также изменение дросселирующих щелей регулятора давления, регулятора-распределителя и переливного клапана.

По динамической модели системы управления фрикционом составлена математическая модель, представляющая собой систему нелинейных дифференциальных уравнений в нормальной форме Коши 25-го порядка. Система дифференциальных уравнений дополнена системой нелинейных алгебраических уравнений, которая описывает расходы жидкости через постоянные дроссели и дроссели переменного сечения, образованные запорно-регулирующими органами переливного клапана, регулятора давления и регулятора-распределителя.

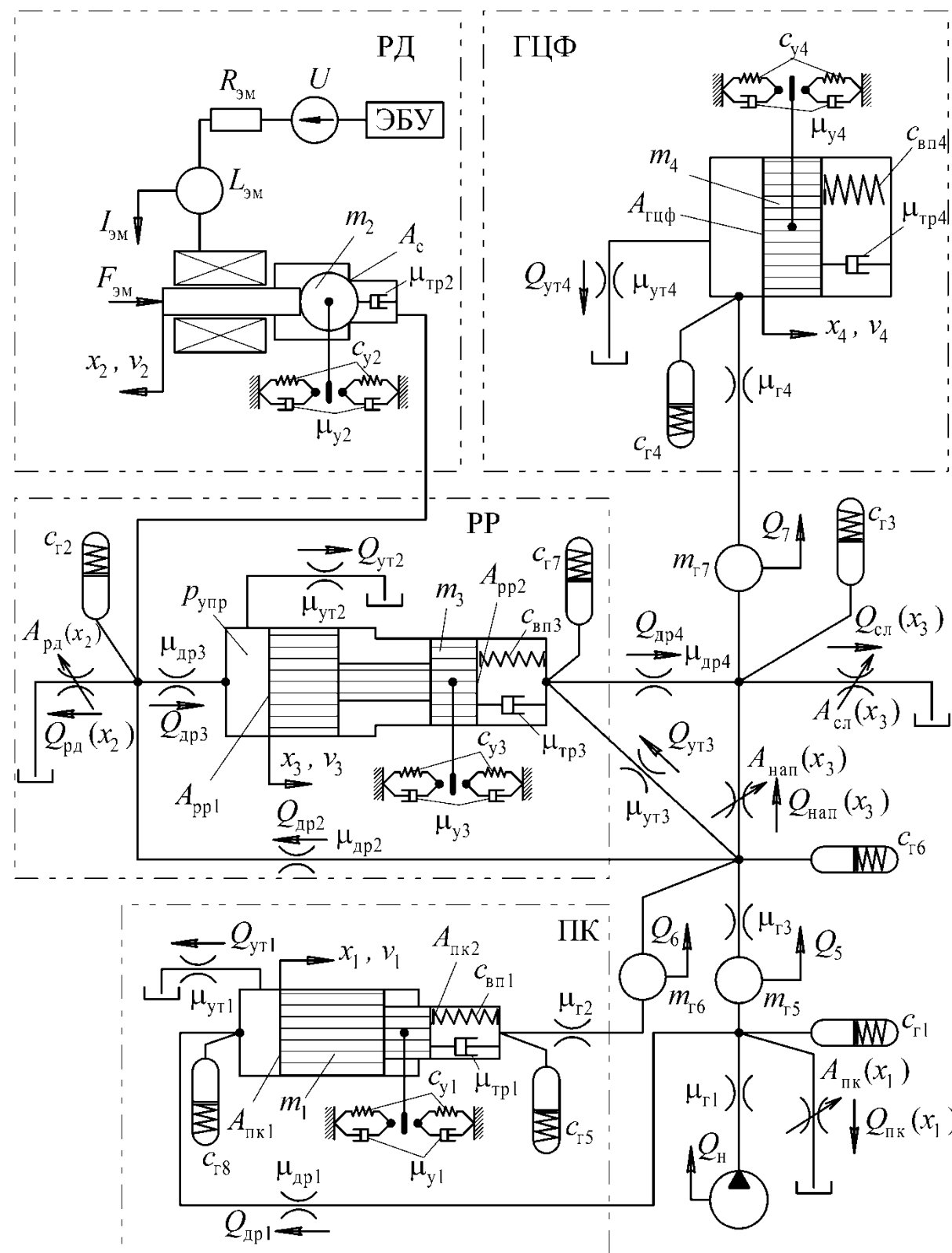


Рис. 3. Динамическая модель системы управления фрикционом: ПК – переливной клапан; РД – регулятор давления; РР – регулятор-распределитель; ГЦФ – гидроцилиндр фрикциона

ШЕЦКО А.Е. Исследование влияния оксидов MgO, CaO и ZnO на процесс глушения малощелочных боросиликатных стекол.....	112
ШИБАКОВ И.А. Формирование тонкослойных защитных покрытий сплавом цинк-никель на стали.....	113
ШИМАНОВИЧ Е.М. Синтез керамических пигментов со структурой диопсида.....	114
ШИМАНСКАЯ А.Н. Глушеные глазури для декорирования бытовой керамики.....	115
ШИМАНСКАЯ А.Н, ГУНДИЛОВИЧ Н.Н. Синтез металлокерамических каталитических наноматериалов.....	116
ЩЕРБИНА Н.А., БЫЧКОВА Е.В. Биоразлагаемые полимерные композиции на основе полисахарида.....	117

Секция 4. Новые технологии в сварочном производстве

ДОЛЯЧКО В.П., КОРОТЕЕВ А.О. Особенности формирования микроструктуры высокопрочных низколегированных сталей при дуговой сварке с двухструйной подачей компонентов защитной газовой среды.....	118
КОРОТЕЕВ А.О., ДОЛЯЧКО В.П. Новые подходы к формированию защитной газовой среды при дуговой сварке.....	119
КУРЛОВИЧ И.В. Повышение энергетической эффективности процесса контактной точечной сварки.....	120
ОСТРОВСКАЯ А.В. Методика определения экономической эффективности применения углекислого газа и смеси Ar+CO ₂ в качестве защитных сред при сварке.....	121
ПЕРВЕНЕЦКИЙ А.П. Лазерная пайка и микросварка в технологии сборки электронных модулей.....	122
ПОЛЯКОВ А.Ю., СТЕПАНОВ А.А., ЮМАНОВ Д.Н. Определение минимальной электрической энергии, вводимой в межэлектродную зону системой внешнего управления процессом рельефной сварки.....	123
ПОПОВ В.И. Разработка аддитивной технологии изготовления металлических изделий сложного профиля для строительной техники на основе дуговой сварки.....	124
СОЛОДКОВ М.Ж. Валидация компьютерных модулей сварочных процессов.....	125
СТАЛЕНКОВ С.А. Влияние сварки на структуру и свойства сварных соединений теплоустойчивых 9% Cr содержащих сталей.....	126
ТОЛКАЧЕВ Д.Д. Повышение прочностных показателей соединений, выполненных контактной точечной сваркой.....	127
ФАЛЬКОВИЧ Т.С. Разработка ресурсосберегающей технологии сварки металлоконструкций стрел из высокопрочных сталей для кранов и автогидроподъемников.....	128
ЦЫРКУНОВ В.А. Повышение характеристик стыковых сварных соединений.....	129

поверхности футеровочных материалов тепловых агрегатов.....	94
ПОПОВ И.И., КАЛГИН А.В. Самосмещенный магнитоэлектрический эффект в двухслойных композитах $Tb_{0,12}Dy_{0,2}Fe_{0,68} - PbZr_{0,53}Ti_{0,47}O_3$	95
ПОЧКИНА С.Ю. Модифицирование поверхности стали защитными покрытиями сплавом цинк-никель-кобальт.....	96
ПРОНИНА М.И., ЗЕМЛЯКОВ А.С., ЛУШАКОВА М.С. Исследование распределения СВЧ энергии в объеме разрядной камеры СВЧ плазмотрона.....	97
РОМАНОВИЧ М.А., РОМАНОВИЧ Л.Г., ЛОКТИОНОВ И.С. Определение мощности мельницы, затрачиваемой на создание продольного движения мелющей загрузки.....	98
САДИКОВ А.Ю., ОЖОГИН С.А., КАШУРИН В.С., СИМАГИН А.С. Синтез и свойства термочувствительных (со)полимеров N-[3-(диэтиламино)пропил](мет)акриламидов.....	99
САФАРОВ Р.В. Снижение термомеханических напряжений в металлокерамических гермовыводах изделий электронной техники.....	100
СЕРГИЕВИЧ О.А., АЛЕКСЕЕНКО И.А. Износостойкие керамические материалы с самоглазующейся поверхностью.....	101
СЕРГИЕВИЧ О.А., МИСЮК В.С. Керамические высокотемпературные электроизоляционные материалы.....	102
СИМАГИН А.С., САДИКОВ А.Ю., ОЖОГИН С.А., КОРЯКОВА А.А. Получение микрогелей N-[3-(диэтиламино)-пропил]акриламида... ..	103
СТОЙКОВ В.О., ШЕЛЕГ В.А., БАРАНЦЕВА С.Е. Антипригарные разделительные покрытия на основе алюмофосфатной связки и горных пород Республики Беларусь.....	104
ТИТОВА В.М. Оптические свойства пленок SiO_2 , полученных осаждением из ионно-пучкового фокуса.....	105
ТОЛСТЫХ Н.А., БОЧАРОВ А.И., КОБЯКОВ И.Ю. Диэлектрическая релаксация и стеклоподобные свойства слоистого перовскита $Bi_5Ti_3Fe_{0,5}Ni_{0,5}O_{15}$	106
ТРЕГУБЕНКО М.В., ЩЕРБИНА Н.А., БЫЧКОВА Е.В. Биоразлагаемые полимерные композиции на основе полисахарида.....	107
ФЕДОСЕНКО А.С. Плазменные покрытия из металлизированных порошков на основе системы $Al_2O_3 - TiO_2$	108
ФЕДУЛОВ А.А., НЕКРАСОВ И.И., ХОРЕВ В.А. Определение усилий при наружной высадке концов труб из коррозионностойких марок сталей.....	109
ХАХЛЕНКОВ М.В., КАМЫНИН А.А. Магнитоэлектрический эффект в трехслойных композитах $Fe_{0,45}Co_{0,45}Zr_{0,1} - PbZr_{0,53}Ti_{0,47}O_3 - Fe_{0,45}Co_{0,45}Zr_{0,1}$	110
ХОЛУДЕНЕВА А.О. Разработка технологии производства низко-теплопроводного утеплительного материала путем переработки влажных отходов бумажного производства.....	111

Для оценки качества процесса функционирования МУФ приняты шесть критериев: время перемещения золотника РР до полного открытия напорной щели при включении МУФ t_{pp} ; время заполнения гидроцилиндра $t_{зап}$; время переходного процесса $t_{п}$ на этапе регулирования; коэффициент динамичности давления при переходе к этапу регулирования $k_{др}$; гистерезис характеристики включения t_{on} ; гистерезис характеристики выключения t_{off} . Приведена методика определения показателей качества.

На разработанной математической модели проведены исследования влияния семи основных конструктивных параметров МУФ на показатели качества его функционирования при включении фрикциона. На рис. 4 и 5 в качестве примера показаны графики отображающие зависимости критериев качества от двух параметров МУФ – коэффициента жёсткости пружины $c_{вп3}$ и диаметра дросселя обратной связи золотника $d_{др4}$.

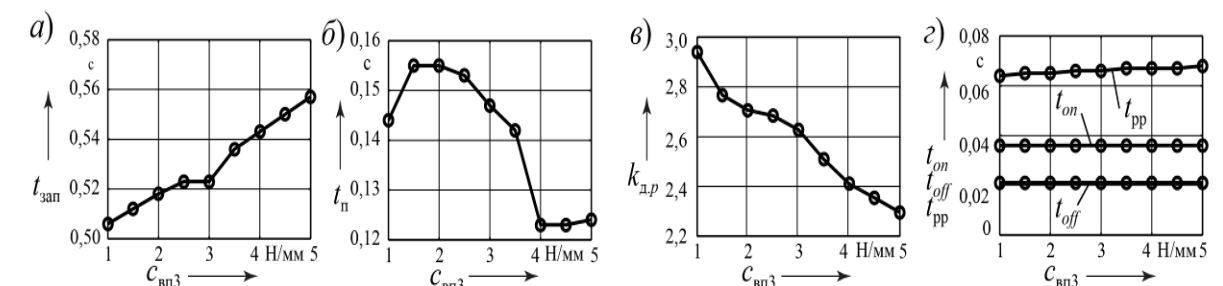


Рис. 4. Зависимости критериев качества от $c_{вп3}$

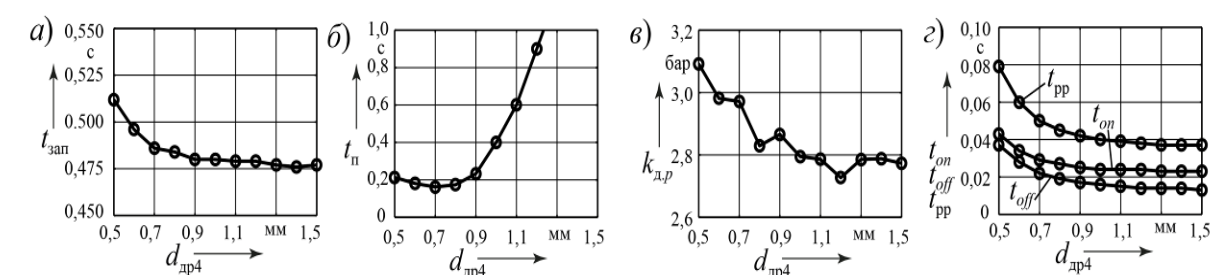


Рис. 5. Зависимости критериев качества от $d_{др4}$

Можно отметить, что критерии качества процесса функционирования МУФ являются конфликтными, что потребовало проведения оптимизации параметров МУФ.

Решение задачи оптимизации произведено на основе использования уравнений регрессий, связывающих между собой критерии и оптимизируемые параметры объекта. Уравнения регрессий получены на основе проведения планируемого вычислительного эксперимента на исходной математической модели.

Для построения регрессионной модели принят квадратный полином вида:

$$y_j = b_0j + b_1jx_1 + b_2jx_2 + b_3jx_3 + b_4jx_4 + b_5jx_1x_2 + b_6jx_1x_3 + b_7jx_1x_4 + b_8jx_2x_3 + b_9jx_2x_4 + b_{10}jx_3x_4 + b_{11}jx_1^2 + b_{12}jx_2^2 + b_{13}jx_3^2 + b_{14}jx_4^2; \quad j = \overline{1,4}, \quad (1)$$

где x_1, x_2, x_3, x_4 – нормированные значения факторов; y_j – j -я функция отклика; $b_{0j}, b_{1j}, \dots, b_{14j}$ – коэффициенты j -го уравнения регрессии.

Факторы x_i являются параметрами МУФ, подлежащими оптимизации, а функции отклика y_j – критерии качества функционирования МУФ.

Целевая функция минимакса $F(\vec{X})$ при наличии регрессионной математической модели объекта соответствует выражению

$$F(\vec{X}) = \sum_{j=1}^m c_j \left(\frac{y_j(\vec{X}) - y_{jextr}}{y_{jmax} - y_{jmin}} \right)^2, \quad (2)$$

где $y_j(\vec{X})$ – зависимость j -го критерия от вектора оптимизируемых параметров $\vec{X} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$; n – количество оптимизируемых параметров; y_{jextr} – экстремальное значение j -го критерия; y_{jmin}, y_{jmax} – минимальное и максимальное значения j -го критерия, достигаемые в области варьирования факторов $\vec{X}$; c_j – коэффициент веса, оценивающий значимость j -го критерия; m – количество критериев.

Оптимальные значения параметров соответствуют минимуму целевой функции. В результате проведенных исследований получены искомые оптимальные значения параметров.

Произведено моделирование процесса включения фрикциона с оптимальными параметрами МУФ. В результате улучшение критериев качества составило: $t_{зап} - 2\%$; $t_{п} - 34,2\%$; $k_{др} - 20\%$; $t_{он} - 8,5\%$; $t_{off} - 10,5\%$; $t_3 - 18,3\%$. Таким образом, применение разработанной методики выбора параметров МУФ обеспечивает получение характеристики управления с высокими показателями качества.

Для оценки эффективности выполненных теоретических исследований и принятых на их основе конструктивных решений проведены полигонные испытания карьерного самосвала, укомплектованного разработанными МУФ.

Испытания проходили в два этапа. На первом этапе использовались МУФ с исходными параметрами, и производилась запись процесса разгона самосвала по испытательному полигону. На втором этапе испытаний на ГМП были установлены МУФ, изготовленные с параметрами, определёнными в результате оптимизации.

Оценка качества переходных процессов производилась для включения первой передачи с нейтрали ($N \rightarrow 1$) и переключения со второй на третью передачу ($2 \rightarrow 3$). Критериями качества являлись: коэффициент динамичности момента на выходном валу k_d , удельная мощность $P_{ф.уд}$ и удельная работа буксования включаемого фрикциона $W_{ф.уд}$.

На рис. 6 представлены графики процессов переключения $2 \rightarrow 3$, при этом графики на рис. 6, а, б соответствуют МУФ с исходными параметрами, а на рис. 6, в, г – МУФ с оптимальными параметрами.

ЗЕРНИЦА Д.А., ГАЛЕНКО Е.Н., ГУНЕНКО А.В. Влияние электропластичности на микроструктуру деформационного магния.....	75
ЗУБАРЕВ Я.Ю. Зависимость диэлектрических характеристик твердых растворов системы $(1-x)\text{NaNbO}_3 - x\text{Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$ от температуры и частоты электрического поля.....	76
ИГНАТЕНКО А.О., ЩЕРБИНА Н.А., БЫЧКОВА Е.В. Биоразлагаемая термопластичная композиция.....	77
КИЧКАЙЛО О.В., КУЗЬБАР Л.В. Термостойкая керамика на основе литийалюмосиликатной системы.....	78
КОМАРОВА В.И., ИСКАНДАРОВА Д.О., ОРДА Д.В. Влияние комплексной нанодобавки на структурообразование и свойства сплава АК12М2МгН.....	79
КОМАРОВА В.И., ОРДА Д.В. Синтезированный комплексный нанонаполнитель $\text{TiC-AL}_2\text{O}_3$ и его применение.....	80
КОРЕШКОВА А.А., ЦЕЛУЙКИНА Г.В., ШУЙНШКАЛИЕВА Н.С. Импульсное электроосаждение композиционных покрытий на основе сплава цинк-никель.....	81
КОСТИН П.А., ЗАМОСТОЦКИЙ Е.Г. Анализ экранирующих свойств трикотажных полотен специального назначения.....	82
КОТОВ С.Ю. Анализ причин зарождения усталостных дефектов на деталях подшипников качения.....	83
КОТОВ С.Ю. Влияние магнетронного упрочнения тел качения на температуру подшипников в период приработки.....	84
КРЕМЕНЬ С.Ю. Получение кристаллов со структурой кестерит методом спрей-пиролиза.....	85
КРИВОШЕИНА Н.Н., НЕКРАСОВА А.А. Металлизация отходов производства углеродных волокон.....	86
ЛЕОНОВИЧ С.С. Повышение эффективности упрочнения листовых стекол методом низкотемпературного ионного обмена.....	87
ЛУШАКОВА М.С., ТИХОН О.И. Особенности электрических режимов возбуждения разряда комбинированными (СВЧ и НЧ) полями.....	88
ЛУШАКОВА М.С., ТИХОН О.И. Спектральная диагностика тлеющего разряда комбинированного типа.....	89
МОСКВИН Р.Ю., МАТЫЦИН А.А. Применение электромагнитных волн сверхвысоких частот для получения эпоксидных электретов..	90
НИКИТИН И.Н., БОНДАРЕВ Р.А. Влияние режима течения воздушного потока на размер и однородность частиц порошковых материалов при их классификации.....	91
НИКИТИН И.Н., БОНДАРЕВ Р.А. Пути совершенствования роторных аппаратов для разделения полидисперсных порошков.....	92
ПАРУСОВ Э.В. Особенности разупрочняющей технологии при производстве холоднодеформированного проката.....	93
ПОПОВ Р.Ю., БАРАНЦЕВА С.Е., МУХЛЯДО В.И. Покрытия по	

ПРУДНИКОВ А.П., ШОСТАК С.Л. Применение передачи с промежуточными телами качения в качестве шрус.....	56
ПРУДНИКОВ А.П., ШОСТАК С.Л. Применение 3-D принтера для прототипирования приводной техники.....	57
РАЗГОНОВ М.В. Анализ кинематических возможностей трехзвенных сферических роликовых передач.....	58
РУБИК С.В. Оценка свойств комбинированных нитей в технологическом процессе их получения.....	59
САБАНОВ С.Л. Кинематическая модель уравнивания тихоходного привода скважинной штанговой насосной установки.....	60
СИНЬИ С.В., ТКАЧЕНКО И.Г., ГЕВКО Р.Б. Результаты исследований очистителей корнеплодов.....	61

Секция 3. Технологии получения и обработки новых материалов и покрытий

АНАНЕНКО Д.М., РОМАНОВИЧ М.А. Постадийное измельчение анизотропных материалов.....	62
БАРАВСКИС Ю.И. Прозрачные глазурные покрытия плиток для полов.....	63
БОЖКО А.И. Влияние способа подачи плазмообразующего газа на характеристики разряда с эффектом полого катода.....	64
БОЛЬШАКОВА Е.А., АРИФУЛЛИН И.Р., АНТОНОВ А.А. Новые модификаторы вязкости и ингибиторы асфальтосмолопарафиновых отложений для нефти.....	65
ГЕРШМАН Е.И., КУЗНЕЦОВА Е.В., ПЕРЕТЯГИН П.Ю. Наноккомпозит на основе меди для замены серебра в электрических контактах.....	66
ГИЛЬ Г.С., ФИЛИМОНОВ Н.С., ЮШКЕВИЧ С.А. Характеристики пленок SiOF, полученных реактивным ионно-лучевым распылением мишени из кварца.....	67
ГОЛОВАЧ Р.В., ХОРТ А.А. Влияние условий нитрат-цитратного синтеза на получение нанокристаллического феррита висмута.....	68
ГОЛУБЕНКО Т.Н. Пути обеспечения требуемой низкой твердости в конструкционном прокате при сокращении длительности отжига.....	69
ГРИБОВИЧ В.В. Повышение качества пайки кристаллов изделий силовой микроэлектроники в воздушной среде.....	70
ГУНДИЛОВИЧ Н.Н. Получение тонкодисперсных керамических порошков методом инициируемой экзотермической реакции.....	71
ДЯТЛОВА Е.М., ПОПОВ Р.Ю., БОГДАН Е.О., БЕЛУГИН Д.С. Получение теплоизоляционных керамических материалов с использованием пенообразователя.....	72
ЕРШ Е.А. Металлизированные базальтсодержащие глазури.....	73
ЗЕМЛЯКОВ А.С. Эпитаксиальное наращивание кремния с уменьшенным уровнем автолегирования бором.....	74

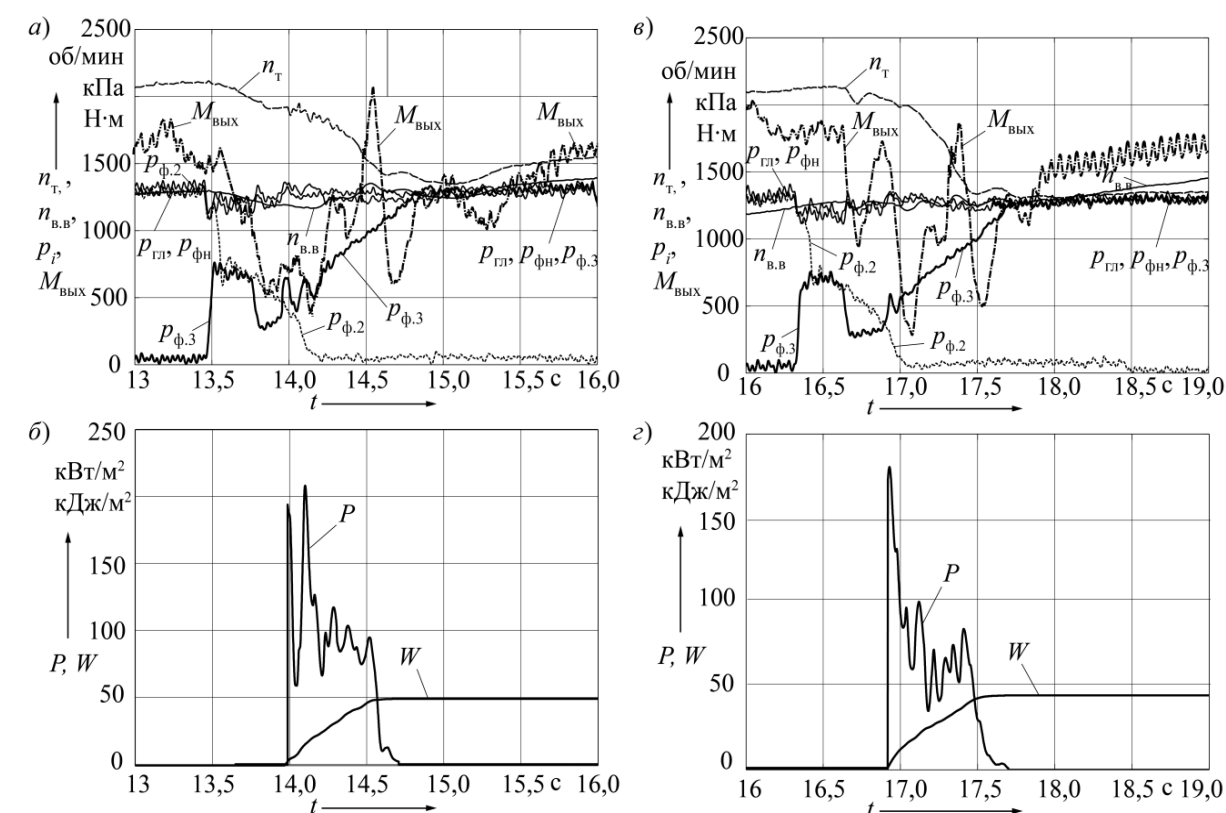


Рис. 6. Графики переходных процессов при переключении со второй на третью передачу ($2 \rightarrow 3$): а, б – МУФ с исходными параметрами; в, г – МУФ с оптимальными параметрами

Можно отметить, что процессы переключения передач, полученные при использовании МУФ с оптимальными параметрами (рис. 6, в, г), характеризуются меньшими колебаниями давления в гидроцилиндре фрикциона, а также момента и частоты вращения турбинного вала ГМП.

По результатам проведенных испытаний установлено, что при оптимальных параметрах на режиме трогания с места снижение коэффициента динамичности момента на выходном валу: гидромеханической передачи k_d составило – 13,1 %; удельной мощности буксования включаемого фрикциона $P_{ф.уд}$ – 16,1 %; удельной работы буксования $W_{ф.уд}$ – 15,2 %. Для переключения со второй на третью передачу снижение показателей составило: k_d – 9,8 %; $P_{ф.уд}$ – 14,0 %; $W_{ф.уд}$ – 13,1 %.

Таким образом, созданная методика проектирования механизма управления фрикционами гидромеханической передачи с мехатронной системой автоматического управления, позволяет определить параметры и характеристики механизма, обеспечивающие высокие показатели качества процесса автоматического переключения передач

О НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ ПОВЫШЕНИЯ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА
КОНТАКТНОЙ РЕЛЬЕФНОЙ СВАРКИ

А. Ю. ПОЛЯКОВ

Научный консультант В. П. КУЛИКОВ, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Контактная рельефная сварка (КРС) является разновидностью контактной точечной сварки (КТС) и ее сущность заключается в том, что получение неразъемного соединения двух и более деталей за один цикл происходит в результате пропускания высокоамперного импульса (импульсов) сварочного тока через заготовки, сжатые между электродами, причем на одной или на нескольких из заготовок имеются выступы (рельефы) (рис. 1) [1, 2].

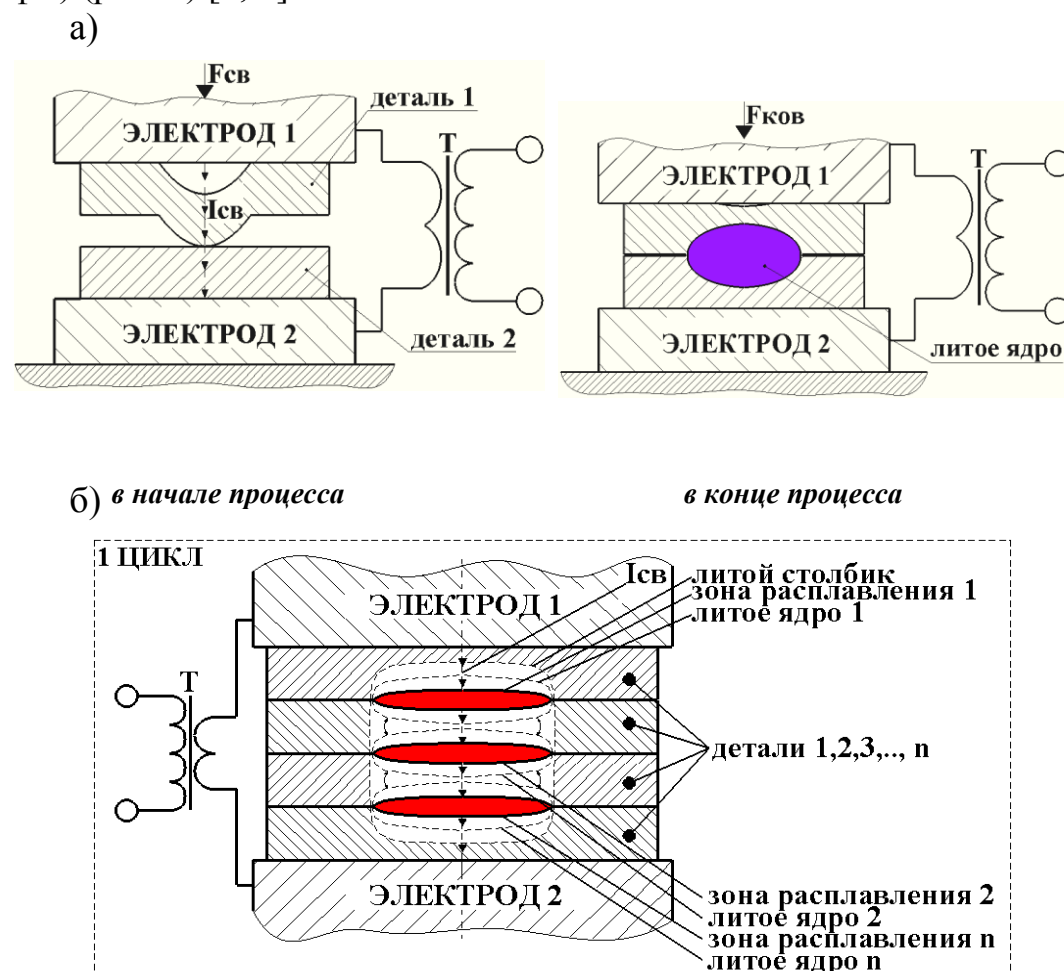


Рис. 1. Схема процесса КРС нахлесточного соединения, состоящего из двух (а) и четырех деталей (б): Т – сварочный трансформатор; $I_{св}$ – сварочный ток; $F_{св}$ – усилие сжатия электродов; $F_{ков}$ – ковочное усилие

накатыванием.....	35
ШАТУРОВ Д.Г., АНТОНОВА Е.Н. Пути оптимизации процесса резания твердосплавным инструментом.....	36
ЮРКИНА А.А. Разработка методов и алгоритмов автоматического управления промышленными робототехнологическими комплексами.....	37

Секция 2. Механика машин и механизмов

АБРАМОВИЧ А.С. Обоснование создания плавающих опорных масок для оценки параметров вибрации редукторов горных машин.....	38
БЕГАН В.В. Планирование траекторий для управления движением робота в цилиндрической системе координат.....	39
БУДАЕВ М.Л. Процесс восстановления в периодичности спортивных тренировок как необходимое условие при подготовке армрестлеров.....	40
ГРОМЫКО П.Н., ЮРКОВА В.Л., ЯКУБОВИЧ Д.Я. Ручная лебедка на основе передачи с внутренним эксцентриково циклоидальным зацеплением.....	42
ДОКОНОВ Л.Г., ШИМУКЕНУС В.М. Определение оптимальных геометрических параметров планетарной передачи фрикционного типа	43
ДОМАСЕВИЧ К.В. Оптимизация процесса нанесения клея в установках монтажа интегральных схем в корпус в условиях предельных скоростей.....	45
ДОРОЩЕНКО А.В. Технические средства, используемые в подготовке дзюдоистов Белорусско-Российского университета.....	46
ЗАЛУЦКИЙ С.З., ГЕВКО Р.Б., СИНИЙ С.В. Разработка и исследование эластичных шнеков.....	47
ИЛЬЕНКОВ В.И., МЕРЗЛОВ А.А. Экспериментальные исследования трения.....	48
ИЛЬЕНКОВ В.И., МЕРЗЛОВ А.А. Силовой анализ с учетом трения в биомеханике.....	49
КАЛЕНТИОНОК Р.А., КОТОВ И.В. Анализ методик решения контактной задачи теории упругости.....	50
КЛЕНДИЙ А.Н., ГЕВКО Р.Б. Экспериментальные исследования винтового конвейера с предохранительной муфтой.....	51
КЛЕНДИЙ Н.Б. Движение частицы по поверхности цилиндра, который совершает поступательные колебания в вертикальной плоскости.....	52
ПАРФИЕВИЧ А.Н., СОКОЛ В.А. Диагностирование многовальных приводов и систем на основе зубчатых передач с использованием искусственных нейросетевых моделей.....	53
ПАШКЕВИЧ А.М. Устройства для контроля кинематической точности передач.....	54
ПАШКЕВИЧ А.М. Планетарные передачи с телами качения.....	55

СОДЕРЖАНИЕ

Пленарное заседание

ФЕДОСЕНКО А.С. Плазменные покрытия из механически легированных порошков.....	3
САВИЦКИЙ В.С. Мехатронная система управления и диагностики гидромеханической передачи карьерного самосвала.....	7
ПОЛЯКОВ А.Ю. О необходимости разработки теоретических и технологических основ повышения энергоэффективности процесса контактной рельефной сварки.....	14

Секция 1. Технология машиностроения, автоматизация технологических процессов и производств

АФАНЕВИЧ В.В., ЛАТЫПОВ А.И., СТЮХИН Я.И. Результаты конечно-элементного моделирования удара при инерционно-импульсном раскатывании.....	22
БЕЛАЯ М.А., РАБЫКО А.С., ЕЛИСЕЕВА А.Н. Влияние тлеющего разряда на микротвердость покрытий на основе титана.....	23
ГОСПОД А.В. Автоматическое управление движением мобильного робота на базе ARDUINO.....	24
ДЕМЧУК Д.О. Рациональное определение размеров компенсаторов при достижении точности сборки методом пригонки.....	25
ЖИГАЛОВ А.Н., ШАТУРОВ Д.Г., ЖИГАЛОВА Д.А. Оценка точности измерений при исследовании метода аэродинамического упрочнения.....	26
ИЛЮШИН И.Э. Автоматическое управление роботом-манипулятором для точечной контактной сварки при наличии кинематического и пространственных ограничений.....	27
РАИХИН К.В., ТАЛАХОВ К.Д., СЕЛИВЕРСТОВ С.Д. Применение цифровых и аддитивных технологий в исследованиях двигателей ЛА.....	28
КОРНЕЕВ Д.С. Разработка программного обеспечения для автоматизации стенда по тестированию гидрозащит для установок электротехнических центробежных насосов.....	29
ЛОБОРЕВА Л.А. Поиск траекторий движения робота-манипулятора при работе с позиционерами.....	31
МИРОНОВА М.Н. Особенности организации поисковых процедур при использовании функциональных семантических сетей.....	32
САГУТДИНОВ А.Р. Система технического зрения для конвейерной сборки приборов учёта газа.....	33
СУХОЦКИЙ С.А., ТАРАДЕЙКО И.А. Перспективные конструкции инструментов для магнитно-динамического накатывания плоских поверхностей.....	34
ТАРАДЕЙКО И.А., СУХОЦКИЙ С.А. Качественные характеристики поверхностей валов, упрочненных магнитно-динамическим	

Наличие рельефов дает важное преимущество КРС перед КТС. Линии протекания сварочного тока концентрируются у вершин рельефов в контактах «деталь–деталь» малой площади, которые к моменту выключения тока определяются диаметрами самих рельефов [3]. Это позволяет осуществлять концентрированный полезный нагрев металла заготовок благодаря высокой плотности тока, достигающей 400 А/мм² [4].

При этом в сравнении с дуговой сваркой КРС является не только высокопроизводительным способом соединения тонколистового металла при использовании специализированных рельефных прессов, но и безопасным процессом с высокой культурой производства.

Область применения КРС в Республике Беларусь ранее ограничивалась узлами арматуры железобетона, сельскохозяйственной и грузовой техники, лифтов, товарами широкого народного потребления (засовы дверных замков, рамки дверец печных, колодки рубанков и др.).

Сегодня перспективным направлением является применение КРС при изготовлении кузовов легковых автомобилей (например, марки Geely) наряду с КТС. Для этого не требуется применение специализированного оборудования, и робототехнические комплексы КТС, при наличии соответствующих комплектов электродов, способны выполнять данную задачу. Стоит отметить, что на один автомобильный кузов приходится более 5000 сварных точек [5].

Общая отличительная особенность оборудования, применяемого для КРС/КТС, состоит в использовании регулятора цикла сварки для управления всем процессом. Его задача состоит в первоначальной настройке таких основных параметров режима, как величина импульса сварочного тока $I_{СВ}$ и длительность его протекания $t_{СВ}$, а также в обеспечении общей циклограммы процесса сварки [6].

По контактной сварке имеется единственная методика расчета величины тепловой энергии $Q_{ЭЭ}$, необходимой для формирования рельефного сварного соединения. Она состоит в расчете уравнения теплового баланса (УТБ) на основе известных геометрических и теплофизических характеристик материалов деталей и электродов, а также рекомендуемых значений $t_{СВ}$ и сопротивления межэлектродной зоны $R_{ЭЭ}$. По УТБ рассчитывается значение $Q_{ЭЭ}$, после чего определяется требуемое значение $I_{СВ}$ по закону Джоуля – Ленца [1, 3, 5, 7, 8].

Проблематика расчета УТБ состоит в его трех особенностях.

Во-первых, расчет полезной энергии $Q_{ПОЛ}$, затрачиваемой непосредственно на формирование зоны взаимного расплавления деталей, основан на предположении, что условный столбик металла будущей точки расплавляется полностью.

Во-вторых, расчет энергии теплоотвода в основной металл Q_M основан на предположении, что условное кольцо металла вокруг будущей точки всем своим объемом нагревается до 1/4 от температуры плавления материала свариваемых деталей.

В-третьих, расчет энергии теплоотвода в электроды $Q_{Э}$ основан на предположении, что условные столбики материала электродов над и под точкой всем своим объемом нагреваются до $1/8$ температуры плавления материала свариваемых деталей.

Если совместить предполагаемые размеры сварной точки, задаваемые в УТБ, а также макрошлиф и разрез реальной точки, полученной при КРС на режимах в соответствии с УТБ, то очевидным является несоответствие этих размеров (рис. 2).

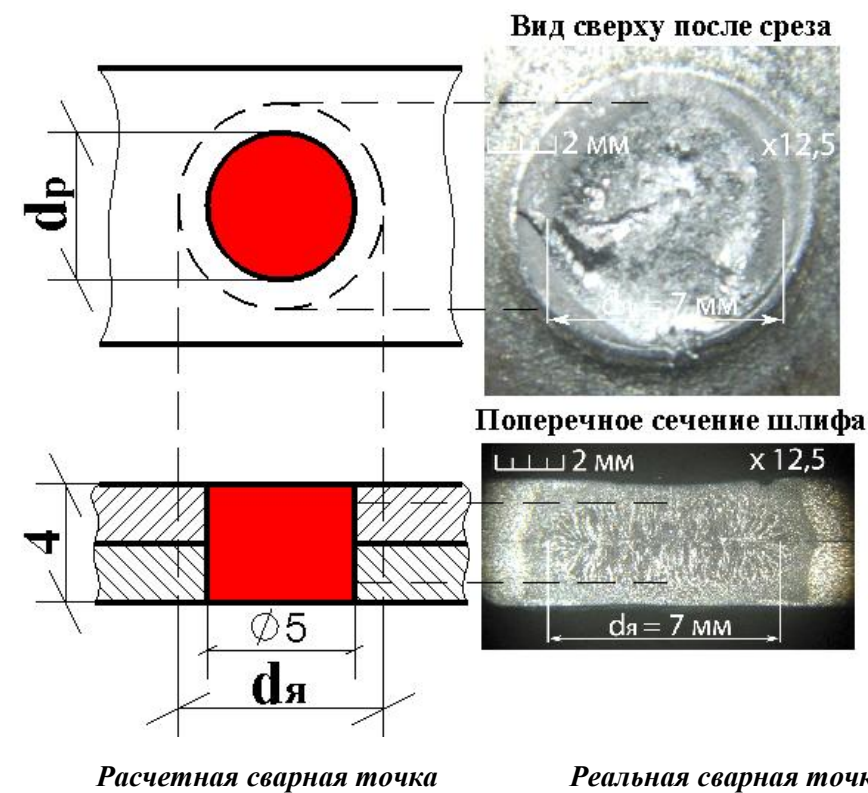


Рис. 2. Сравнение расчетной (по УТБ) и реальной сварных точек при КРС двух пластин из низкоуглеродистой стали толщиной $2 + 2$ мм по одному круглому выштампованному рельефу $5 \times 1,2$ мм ($d_{я}$ – диаметр литого ядра)

Предполагаемый цилиндрический объем расплавления металла деталей V_p в горизонтальной плоскости расчетной точки ограничивается диаметром рельефа d_p , а в реальной точке этот объем имеет переменное сечение с уменьшением площади от центра к краям (см. рис. 2). В вертикальной плоскости реальной точки объем V_p не ограничивается наружными поверхностями свариваемых деталей, как это принято в расчете (с запасом).

Это свидетельствует о том, что при КРС на режиме в соответствии с УТБ при вводе в межэлектродную зону расчетной $Q_{ЭЭ}$ определенная ее часть расходуется на дополнительный теплоотвод в основной металл и электроды.

Данный факт подтверждают результаты конечно-элементного моделирования электротермодеформационных процессов при КРС (рис. 3).

УДК 658

ПРОБЛЕМА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «БЕЛШИНА»)

А. А. ШАБЛИНСКАЯ, И. М. СЛАВИНСКИЙ

Научный руководитель И. В. ИВАНОВСКАЯ, канд. экон. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

В современных условиях ни одно предприятие в системе рыночных отношений не может нормально функционировать без эффективно организованной маркетинговой деятельности.

Процесс управления маркетинговой деятельностью подразумевает систему различных мероприятий, которые необходимо проанализировать и выбрать оптимальный вариант. Для успешной реализации целей предприятия на внешних рынках необходима грамотно построенная система планирования и реализации маркетинговых стратегий, учитывающая сильные и слабые стороны рынка конкретного региона или страны.

Объектом исследования является ОАО «Белшина» – предприятие нефтехимической отрасли, один из крупнейших производителей шин на территории СНГ и Европы. Стратегической целью маркетинговой деятельности ОАО «Белшина» является закрепление на рынках ближнего и дальнего зарубежья в качестве крупнейшего производителя шин широкой номенклатуры.

В результате проведенного исследования эффективности организации маркетинговой деятельности, существующих рынков сбыта, динамики спроса на продукцию ОАО «Белшина», были предложены следующие рекомендации:

- увеличить гарантийный срок службы шин, в течение которого производится замена шин или оплата их стоимости при выходе из строя;
- при планировании товарного ассортимента учитывать различия во вкусах белорусских и зарубежных потребителей;
- наладить формализованный учет потока обратной связи с дистрибьюторскими центрами и другими розничными торговыми точками;
- предлагать партнерам срочные виды контрактов – форварды, фьючерсы и опционы. В перспективе они обеспечат и выход на товарно-сырьевые биржи различных государств.

В. П. ЧАЛОВ

Научный руководитель К. И. КОЛЕСОВ, канд. экон. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Р. Е. Алексеева»
Нижний Новгород, Россия

Появление инжиниринговой деятельности связано с развитием промышленности, строительством объектов инфраструктуры. Исторически этот период связан с окончанием промышленной революции XIX века, результатом которой стало массовое применение машинного производства. Развитие промышленности создало спрос в инженерных услугах, потребовались профессиональные консультации в области сооружения, поддержки и модернизации построенных промышленных объектов.

Рассмотрим этапы развития инжиниринговых компаний.

Первый этап (2-я половина XIX века) – связан с сооружением систем гражданского строительства, консультациями в области разработки планов и строительства дорог, мостов и т.п.

Второй этап (конец XIX – начало XX вв.) – инжиниринг стал развиваться в сторону оказания консультационных услуг промышленности – проектирование промышленных объектов, технологических процессов.

Третий этап (время Второй мировой войны) – сооружение военных объектов (аэродромов, портов и др.). Потребность в техническом обслуживании вооруженных сил привело к распространению инжиниринговой деятельности в международном масштабе. Первые три этапа инжиниринг развивался исключительно как предоставление технических консультаций, т.е. ориентировался на работу с подрядчиками.

Четвертый этап (конец 1950 – начало 1970 гг.) – ориентация на системную работу над инженерными проектами. Инжиниринг превратился в самостоятельную коммерческую деятельность, которая подразумевала сооружение промышленных объектов «под ключ». Стали появляться международные инжиниринговые проекты.

Пятый этап (1970–1980 гг.) – разработка регламентов и руководств в области инжиниринговой деятельности, появление национальных ассоциаций инжиниринга.

Шестой этап (1990 г. – настоящее время) – услуги инжиниринга становятся более разнообразными: управление инжиниринговыми знаниями, содействие в освоении и сохранении передаваемых технологий. Все это требует от инжиниринговых компаний серьезного инновационного развития и новых компетенций при разработке комплексных инженерных проектов (например, управление проектом на всех этапах жизненного цикла сооружения объекта).

Форма смоделированной точки схожа с реальным шлифом и отличается от расчетной по УТБ (по аналогии с рис. 2) [9].

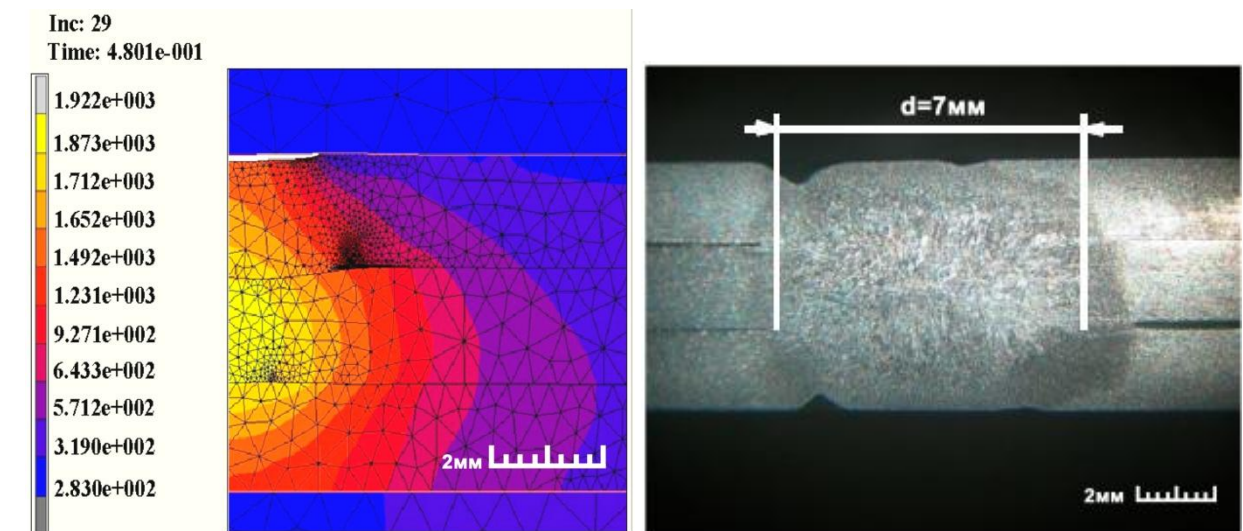


Рис. 3. Сравнение шлифа и результата моделирования процесса КРС пластин толщиной 2 + 2 + 2 мм в среде MSC.MARC (d – диаметр литой зоны)

При этом, согласно общепринятой методике, перед расчетом УТБ, параметр $\tau_{\text{св}}$ первоначально выбирается из литературных рекомендаций, которые существенно разнятся. К примеру, для КРС соединения, состоящего из двух пластин из низкоуглеродистой стали толщиной 2 + 2 мм (при сварке по одному круглому выштампованному рельефу габаритами 5 × 1,2 мм) рекомендуемое значение $\tau_{\text{св}}$ составляет:

- а) 0,25...0,35 с по А. С. Гельману (1985) [7];
- б) 0,3...0,5 с по В. А. Гилевичу (1976) [3];
- в) 0,32 с по В. П. Березиенко (2009) [1];
- г) 0,28 с по А. И. Гуляеву (1985) [5];
- д) 0,5 с по Б. Д. Орлову (1986) [8].

Необходимо отметить, что первоначально УТБ было разработано и применено к процессу КТС, после чего многие исследователи предложили использовать его и для КРС, отождествляя эти процессы. Однако корректировок, связанных с динамикой изменения параметра $R_{\text{ЭЭ}}$ как наиболее трудноанализируемого в процессе нагрева при наличии рельефа, в УТБ внесено не было.

По причине вышеуказанного при КРС нахлесточных соединений возрастает уровень их дефектности в связи с повышенной склонностью к образованию начальных внутренних выплесков расплавленного металла из межэлектродной зоны, т. к. режимы сварки завышаются (рис. 4).

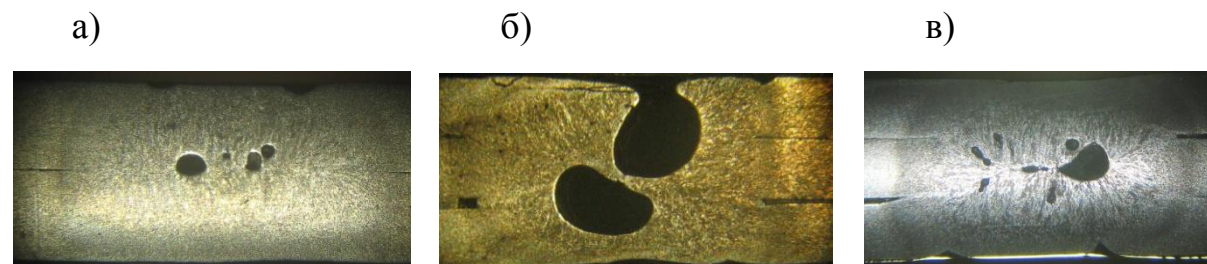


Рис. 4. Дефекты КРС от начального внутреннего выплеска: а – порообразование; б – порообразование с прожогом; в – рыхлоты и раковины

В ряде случаев указанные дефекты существенно уменьшают технологическую прочность соединений (при воздействии эксплуатационных нагрузок). К примеру, если визуально наблюдать процесс роботизированной КРС/КТС элементов кузовов легковых автомобилей, то можно заметить, что почти в каждом цикле сварки сразу после включения импульса тока из-под электродов вылетают искры, представляющие собой выплескиваемый расплавленный металл, мгновенно кристаллизующийся на воздухе. Во избежание возможного снижения прочности отдельных сварных точек, производители в таком случае вынужденно увеличивают их общее количество в ущерб экономической целесообразности.

Таким образом, можно заключить, что резерв повышения энергоэффективности процесса КРС, под которой можно понимать соотношение «минимальное тепловложение в межэлектродную зону – достаточная технологическая прочность соединения», до сих пор не раскрыт.

Для возможности адекватного расчета параметров режима КРС и повышения энергоэффективности данного процесса требуется переработка существующего УТБ с помощью пересмотра теоретических основ, объясняющих специфику электротермодеформационных процессов, происходящих при КРС.

Вторым направлением при решении данной проблемы является работа с существующим УТБ и поиск путей оптимизации расчетной величины тепловой энергии, требуемой для ввода в межэлектродную зону, и, соответственно, величины энергопотребления сварочной контактной машины.

В качестве исходной точки исследований было принято второе направление как наиболее реализуемое и апробируемое на практике.

Первоначально была разработана экспериментальная установка на базе аналого-цифрового устройства сбора данных NATIONAL INSTRUMENTS (производитель – США) и среды графического программирования LABVIEW, позволяющая осуществлять автоматическое управление сварочной контактной машиной в режиме реального времени с игнорированием первоначальных настроек регулятора цикла сварки [10].

УДК 338.242.2 ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ДОЛГОСРОЧНЫМИ АКТИВАМИ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ

И. М. ТАЛАНОВА

Научный руководитель Т. И. СУШКО, канд. экон. наук, доц.

Учреждение образования

«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»

Могилев, Беларусь

Долгосрочные активы в условиях развития инновационной экономики играют определяющую роль, поскольку они составляют значительную часть имущества любой организации, конечный результат деятельности которой зависит от эффективно проводимой политики управления долгосрочными активами, призванной обеспечивать конкурентоспособность продукции на рынке.

Политика управления долгосрочными активами организации представляет собой систему экономически обоснованных мероприятий, направленных на инновационные изменения величины, состава и структуры его долгосрочных активов. Основными элементами, формирующими систему управления долгосрочными активами организации в целях внедрения инноваций, являются процессы, связанные с созданием, восстановлением или приобретением основных средств, нематериальных активов, незавершенных вложений в долгосрочные активы для обеспечения производства новой продукции. Одним из существенных элементов рассматриваемой системы мероприятий является определение стоимости инвестиций в долгосрочные активы.

Управление долгосрочными активами включает оценку структуры долгосрочных активов, характеристику инвестиционной деятельности, расчет показателей эффективности использования долгосрочных активов, разработку направлений совершенствования использования долгосрочных активов и их элементов, расчет потребности в инвестициях.

Эффективная политика управления составом и структурой долгосрочных активов позволяет:

- сформировать материально-техническую базу организации;
- определить характер и масштаб инновационной активности;
- увеличить рыночную стоимость организации;
- улучшить финансовые показатели организации;
- увеличить налогооблагаемую базу.

Рациональное использование долгосрочных активов организации, в процессе инновационной деятельности, повышает инвестиционную привлекательность коммерческой организации, что позволит существенно увеличивать объемы привлекаемых внешних инвестиций.

УДК 338
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ПРЕДПРИЯТИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
(НА ПРИМЕРЕ ОАО «БАБУШКИНА КРЫНКА»)

Т. В. СУБОЧ, А. Г. ГОРШЕНКОВА

Научный руководитель И. В. ИВАНОВСКАЯ, канд. экон. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Инновационная деятельность предприятия – это деятельность, направленная на поиск и реализацию инноваций в целях расширения ассортимента и повышения качества продукции, совершенствования технологии и организации производства. Главная предпосылка актуальности инновационной деятельности предприятия состоит в том, что все существующее стареет. Поэтому необходимо систематически отбрасывать все то, что износилось, устарело, стало тормозом на пути к прогрессу, а также учитывать ошибки, неудачи и просчеты.

В результате проведенных исследований эффективности инновационной деятельности ОАО «Бабушкина крынка» было выявлено, что предприятие без технического переоснащения не добилось бы высоких результатов и признания покупателей. Модернизация позволила увеличить объемы перерабатываемого сырья. Кроме того, использование инновационных решений значительно улучшило потребительские качества выпускаемой продукции.

Еще одним направлением инновационной деятельности ОАО «Бабушкина крынка» может стать разработка и внедрение такой технологической инновации как молокомат. Недорогое качественное молоко из автомата, которое можно купить рядом с домом, обязательно привлечет покупателей. Молоко – продукт ежедневного спроса, следовательно, определенный поток любителей молока торговой точке, где установлен молокомат, будет обеспечен. Низкая цена и отличное качество продукта приведет к увеличению спроса и росту товарооборота. А расположение по соседству с молокоматом других продуктов повседневного спроса гарантированно увеличит объемы продаж: вместе с молоком покупатели будут приобретать хлеб, кондитерские изделия, выпечку и другие товары из ассортимента магазина.

Таким образом, внедрение предлагаемой технологической инновации откроет новые возможности для бизнеса и позволит занять неосвоенный пока сегмент рынка – качественное недорогое молоко оценят покупатели и вложение средств в молочный бизнес приведет к быстрой окупаемости и росту доходов.

Далее был разработан и запатентован способ КРС, сущность которого отличается от известных способов и заключается в дозированном введении электрической энергии в межэлектродную зону путем задания многоступенчатого импульса сварочного тока [11].

Реализация предложенного способа КРС на практике стала возможной благодаря разработке системы автоматического управления данным процессом САУ КРС «ЭНЕРГИЯ» (САУ КРС), схема которой также была запатентована [12].

При экспериментах было принято допущение, что электрическая энергия, вводимая в межэлектродную зону, полностью преобразуется в тепловую.

Было предположено, что добиться повышения энергоэффективности процесса КРС можно путем повременного разбиения параметра $Q_{ЭЭ}$ на части в различных комбинациях со значениями задаваемых токов (подогрева $I_{ПОД}$, сварки $I_{СВ}$, термообработки $I_{ТО}$).

После отработки различных возможных комбинаций было принято решение остановиться на двух вариантах:

а) трехступенчатый импульс тока, состоящий из токов $I_{ПОД}$, $I_{СВ}$ и $I_{ТО}$, с трехэтапным дозированным вводом $Q_{ЭЭ}$ в соотношении «ввод 5 % от $Q_{ЭЭ}$ при $I_{ПОД} = I_{ТО} = 0,5I_{СВ}$ на этапах № 1 и 3 – ввод 90 % от $Q_{ЭЭ}$ при $I_{СВ}$ на этапе № 2»;

б) двухступенчатый импульс тока, состоящий из токов $I_{ПОД}$ и $I_{СВ}$, с двухэтапным дозированным вводом $Q_{ЭЭ}$ в соотношении «ввод 5 % от $Q_{ЭЭ}$ при $I_{ПОД} = 0,5I_{СВ}$ на этапе № 1 – ввод 45 % от $Q_{ЭЭ}$ при $I_{СВ}$ на этапе № 2».

Первый вариант был апробирован при сварке засовов замков дверных на ОАО «Могилевский завод «Строммашина». При этом удалось добиться обеспечения прочности сварных соединений при снижении энергопотребления сварочной контактной машины на 30...35 % за счет соответствующего снижения $Q_{ЭЭ}$, вводимой в межэлектродную зону, на каждом из трех этапов кинетики процесса [13].

Второй вариант был апробирован при сварке кронштейнов лифтов на ОАО «Могилевский завод лифтового машиностроения». При этом удалось добиться обеспечения прочности сварных соединений при снижении энергопотребления сварочной контактной машины на 50 % за счет снижения $Q_{ЭЭ}$, вводимой в межэлектродную зону, на втором этапе кинетики процесса [14].

Дополнительно была исследована возможность снижения энергопотребления сварочной контактной машины за счет получения соединений в твердой фазе, а также оценена твердость сварных точек при использовании соответствующих циклограмм нагрева межэлектродной зоны [15, 16].

Для повышения достоверности и точности изучения вопросов повышения энергоэффективности КРС в состав экспериментальной установки был введен multifunctional регистратор сварочных процессов РКДП 0401 (производитель – Российская Федерация) (регистратор), позволяющий осуществить тарировку системы САУ КРС и уточнить результаты ранее проведенных исследований (рис. 5) [17].

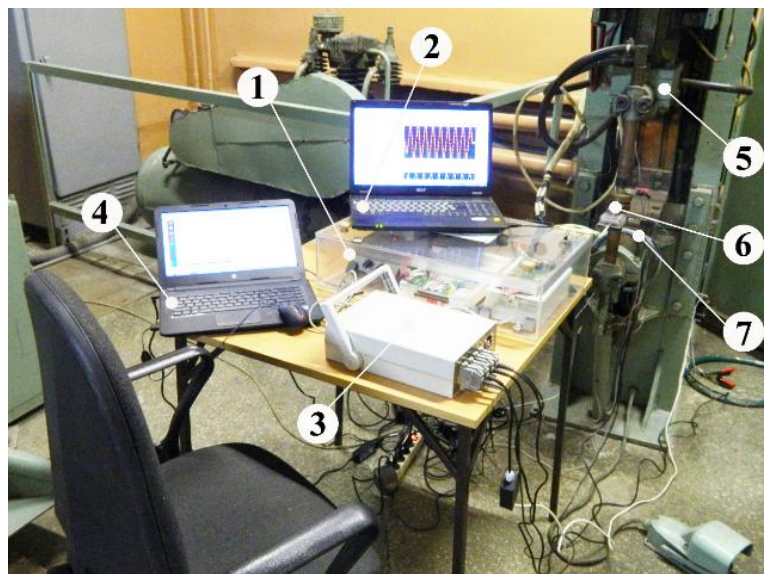


Рис. 5. Модернизированная экспериментальная установка: 1 – САУ КРС; 2 – ЭВМ к САУ КРС; 3 – регистратор; 4 – ЭВМ к регистратору; 5 – сварочная машина МТ–3201; 6 – свариваемые детали; 7 – пояс Роговского к регистратору

На примере КРС рассмотренных выше соединений (см. рис. 2) регистратором была установлена минимальная длительность протекания токов подогрева и сварки в двухступенчатом импульсе, а также определен минимум электрической энергии, которую можно ввести в межэлектродную зону системой САУ КРС при соответствующих токах.

Далее путем разбиения параметра $\tau_{\text{св}}$ на равные временные интервалы были составлены и проанализированы размерные ряды ввода $Q_{\text{эз}}$ в межэлектродную зону. В результате было установлено, что ввиду особой динамики изменения параметра $R_{\text{эз}}$ процесс ввода $Q_{\text{эз}}$ в межэлектродную зону носит неравномерный характер: первоначально ввод энергии резко нарастает до максимального значения за период, а затем плавно снижается до момента выключения тока в связи с закрытием зазора между деталями.

Сопоставление размерных рядов ввода $Q_{\text{эз}}$ в межэлектродную зону показало, что режимы КРС, рекомендуемые в литературе, энергетически не эффективны, т. к. при максимальном токе (крутонарастающий импульс) рельеф деформируется за первые 3...4 периода сварки и ток вплоть до момента выключения протекает по увеличенной площади контакта «деталь–деталь» с малым сопротивлением и максимальным теплоотводом в основной металл и электроды.

При этом было доказано, что использование системы САУ КРС с двухступенчатым введением в межэлектродную зону минимально возможного количества электрической энергии (в 3,4 раза меньше расчетного) приводит к 28 % падению прочности соединений. Введение энергии в количестве 50 % и более от расчетного значения придает сварным соединениям прочность, соответствующую их разрушению по основному металлу.

УДК 796.012; 61:796/799
КАЧЕСТВО ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Д. Н. САМУЙЛОВ, В. С. ПОПРОЦКИЙ, Ю. В. УЗЯНОВА, А. В. ЩУР
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Законодательство Республики Беларусь устанавливает приоритет жизни и здоровья человека по отношению к результатам производственной деятельности предприятия. В условиях перехода экономики к рыночным отношениям и формам хозяйствования резко возрастает роль и значение состояния здоровья работников. Многие профессии, обучение которым ведется в университете, связаны с монотонным трудом и одновременно повышенной внимательностью, от которой зависят результаты деятельности (экономические специальности, специалисты в области информационных технологий, инженеры-конструкторы и др.). Трудовая деятельность данных специалистов требует значительной эмоциональной и физической выносливости, способности к длительной сосредоточенности и длительному нахождению в одной позе. В период обучения в университете важным фактором всесторонней подготовки специалиста для производственной деятельности является занятия физической культурой и спортом. Качество учебного процесса по физическому воспитанию в вузе зависит от множества объективных и субъективных причин: имеющейся материально-технической базы, штатных преподавателей, традиций вуза, спортивных интересов занимающихся и т. д. Особую роль в этом играет целенаправленное использование физических упражнений для определения уровня физической подготовленности. С этой целью был проведен эксперимент по определению уровня физической подготовленности студентов первых курсов, поступивших в Белорусско-Российский университет в 2011–2017 гг. Для оценки физической подготовленности студентов использовались контрольные нормативы, разработанные методической комиссией кафедры «Физвоспитание и спорт» на основании учебной программы для высших учебных заведений: юноши – бег 100 и 1000 м, подтягивание на высокой перекладине, наклон вперед из положения «сидя», прыжок в длину с места; девушки – бег 100 и 500 м, поднимание туловища из положения «лежа» на спине, наклон вперед из положения «сидя», прыжок в длину с места. Существующая динамика за время проведения исследования была нестабильной и отрицательной: у юношей в беге 100 и 1000 м, подтягивании; а у девушек в беге 500 м и поднимании туловища. В связи с этим, необходимо больше уделять времени для этих упражнений при планировании учебных занятий.

Д. Н. САМУЙЛОВ, В. С. ПОПРОЦКИЙ, Е. А. МАЛЫШЕВА, А. В. ЩУР
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

На современном этапе развития страны, в условиях качественного преобразования всех сторон жизни общества, возрастают требования к уровню здоровья и физической подготовленности молодого поколения, необходимому для успешной трудовой деятельности.

Изменения, которые произошли в последние годы в социальной сфере, способствуют приобщению молодежи к занятиям физической культурой и спортом. В тоже время следует отметить некоторые сложности: молодежь не имеет личностной заинтересованности в занятиях физической культурой и спортом; предпочитает проводить время в виртуальной реальности; имеет вредные привычки, препятствующие занятиям спортом; имеет врожденные и хронические заболевания; имеются и психологические проблемы, связанные с избыточной массой тела или с ее недостатком и др.

Целью преподавания учебной дисциплины «Физическая культура» в высшем учебном заведении является формирование социально-личностных компетенций студентов, обеспечивающих целевое использование соответствующих средств физической культуры и спорта для сохранения, укрепления здоровья и подготовки к профессиональной деятельности. Особую роль в этом играет целенаправленное использование физических упражнений, для определения уровня физической подготовленности.

В настоящее время в физическом воспитании актуальным является использование индивидуального подхода к обучающимся. Нормативные требования существующей программы сложны для некоторых студентов. В последние годы физическое развитие и физическая подготовленность студенческой молодежи значительно ухудшилось.

Проведенные исследования физической подготовленности обучающихся разных курсов показало эффективность предложенной методики индивидуального подхода к оценке результатов и показало, что студенты, регулярно посещающие занятия имеют положительную динамику физической подготовленности и выносливости, что в будущем благоприятно скажется на их профессиональной деятельности.

1. **Березиенко, В. П.** Технология сварки давлением / В. П. Березиенко, С. Ф. Мельников, С. М. Фурманов. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2009. – 256 с.
2. **Катаев, Р. Ф.** Теория и технология контактной сварки : учеб. пособие / Р. Ф. Катаев, В. С. Милютин, М. Г. Близник. – Екатеринбург : Урал. ун-т, 2015. – 144 с.
3. **Гилевич, В. А.** Технология и оборудование рельефной сварки / В. А. Гилевич. – Л. : Машиностроение, 1976. – 151 с.
4. **Абабков, Н. В.** Технология и оборудование контактной сварки : учеб. пособие / Н. В. Абабков, М. В. Пимонов. – Кемерово : КузГТУ, 2011. – 258 с.
5. **Гуляев, А. И.** Технология и оборудование контактной сварки / А. И. Гуляев. – М. : Машиностроение, 1985. – 256 с.
6. **Смирнов, В. В.** Оборудование для контактной сварки / В. В. Смирнов – СПб. : Энергоатомиздат, 2000. – 736 с.
7. **Гельман, А. С.** Технология контактной электросварки / А. С. Гельман. – М. : МАШГИЗ, 1952. – 322 с.
8. **Орлов, Б. Д.** Технология и оборудование контактной сварки : учебник для машиностр. вузов / Б. Д. Орлов. – М. : Машиностроение, 1986. – 352 с.
9. **Поляков, А. Ю.** Контактная рельефная сварка пакетных соединений с автоматическим регулированием параметров режима : дис. ... канд. техн. наук : защищена 13.02.15; утв. 09.06.15 / Поляков Андрей Юрьевич. – Могилев, 2015. – 204 с.
10. **Поляков, А. Ю.** Система автоматического управления процессом контактной рельефной сварки / А. Ю. Поляков, С. М. Фурманов, Т. И. Бендик // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2013. – № 4. – С. 75–84.
11. **Пат. РБ, МПК В 23 К 11/11.** Способ контактной точечной и/или рельефной сварки / А. Ю. Поляков, С. М. Фурманов, Т. И. Бендик, С. С. Кораткевич, А. О. Булышко. – № 19977 (C1) ; заявл. 25.11.13 ; опубл. 30.04.16. – 4 с.
12. **Пат. РБ, МПК В 23 К 11/10.** Система автоматического управления процессом рельефной сварки / А. Ю. Поляков, С. М. Фурманов, Т. И. Бендик, С. С. Кораткевич, А. О. Булышко. – № 10481 (U) ; заявл. 18.11.13; опубл. 30.12.14. – 5 с.
13. Development of an energy-saving method of resistance projection welding of multilayer welded structures / A. Yu. Polyakov [et. al.] // Welding international. – 2017. – № 8. – P. 868–873.
14. Разработка энергосберегающего технологического процесса контактной рельефной сварки кронштейна лифта по кольцевому рельефу / А. Ю. Поляков [и др.] // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2016. – № 3. – С. 51–62.
15. Об обеспечении прочности соединений, получаемых способом контактной рельефной сварки, без образования литого ядра / А. Ю. Поляков [и др.] // Вестн. Полоц. госуд. ун-та. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2016. – № 3. – С. 75–81.
16. **Поляков, А. Ю.** Влияние энергосберегающей технологии контактной рельефной сварки на твердость металла соединений из низкоуглеродистых сталей / А. Ю. Поляков, С. М. Фурманов, Б. В. Федотов // Сварка и диагностика. – 2017. – № 1. – С. 38–43.
17. **Поляков, А. Ю.** Энергоэффективность процесса управления сварочной машиной в режиме реального времени при контактной рельефной сварке / А. Ю. Поляков, С. М. Фурманов, Б. В. Федотов // Сварка и диагностика. – 2017. – № 3. – С. 51–55.

УДК 621.787.6
РЕЗУЛЬТАТЫ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ УДАРА
ПРИ ИНЕРЦИОННО-ИМПУЛЬСНОМ РАСКАТЫВАНИИ

В. В. АФАНЕВИЧ, А. И. ЛАТЫПОВ, Я. И. СТЮХИН
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Для повышения эксплуатационных характеристик деталей, работающих в условиях динамических нагрузок, могут применяться различные способы. Одним из таких способов является инерционно-импульсное раскатывание, относящееся к поверхностно-пластическому деформированию (ППД). Суть способа заключается в том, что при обработке деформирующие элементы (шарики) движутся в направлении, перпендикулярном обрабатываемой поверхности и наносят по ней удары. Важным фактором, оказывающим существенное влияние на работоспособность поверхностного слоя, является его напряженное состояние.

В программной среде SolidWorks, при помощи метода конечных элементов, была создана модель упругопластического удара шарика о поверхность сплошного тела. Деформирующий элемент выполнен из закаленной стали ШХ15. В качестве обрабатываемых материалов использовались серый чугуны и сталь 45.

Моделирование проводилось при задании различных скоростей шарика в момент удара. Кроме того варьировался размер шарика. Скорость шарика задавалась в диапазоне от 0,5 до 3 м/с с шагом 0,5 м/с, а диаметр шарика в диапазоне от 5 до 15 мм с шагом 5 мм.

Модель позволяет определить, какие остаточные напряжения и на какой глубине поверхностного слоя остаются после обработки. Кроме того, можно проследить, каким образом напряжения распределяются вдоль поверхности после удара. Также модель позволяет определить размер следа от шарика на обрабатываемой поверхности.

Анализ полученных данных позволяет проверить адекватность построенной модели и сравнить экспериментальные данные с данными, полученными в результате моделирования.

Проведенные исследования позволяют подбирать оптимальный размер деформирующего элемента (шарика) и, исходя из этого, проектировать инструмент для обработки ППД (если он находится на стадии проектирования), а также подбирать оптимальные режимы обработки, влияющие на скорость шарика в момент удара для уже спроектированного инструмента.

УДК 796.012; 61:796/799
СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ КАК ОДИН ИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

Д. Н. САМУЙЛОВ, Н. А. ПЕРЕЦ, В. Ф. ПИСАРЕНКО, А. В. ЩУР
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Современные социально-экономические условия диктуют необходимость поддержания здоровья личности как важного фактора успешного развития общества и производства. Несмотря на пропаганду ведения здорового образа жизни и занятий физической культурой в повседневной культуре общества, наблюдается снижение общего уровня здоровья молодежи, в т. ч. студентов. Данный фактор негативно воздействует на экономическую ситуацию, так как требует дополнительного финансирования лечения заболеваний, вызванных малоподвижным образом жизни и длительным нахождением в закрытых помещениях.

Кафедра «Физвоспитание и спорт» университета длительный период времени ведет мониторинг уровня подготовленности обучающихся, осваивающих содержание образовательной программы высшего образования I ступени.

Наблюдается рост количества студентов, освобожденных по состоянию здоровья от занятий физической культурой с 2011–2012 уч. г. по текущий период с 2,1 до 4,5 % от общего количества обучающихся. Исходя из представленных документов о состоянии здоровья, значительная часть освобожденных от занятий студентов имеет врожденные нарушения состояния здоровья.

Оценивая результаты контрольных нормативов студентов первого курса основного отделения, следует отметить снижение уровня физической подготовленности обучающихся как у юношей, так и у девушек.

Следует отметить необходимость усиливать работу по внедрению здорового образа жизни среди молодежи и повышать престижность занятий физической культурой. Повышение уровня физической подготовленности и выносливости обучающихся, осваивающих содержание образовательной программы высшего образования I ступени позволит снизить затраты государства на медицинское обеспечение и социальные выплаты. Высвобожденные средства будут возможно перенаправить в другие отрасли.

К. С. САМАРЦЕВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Архитектура системы поддержки принятия решений для управления дополнительным образованием взрослых должна учитывать социокультурный опыт, стереотипы в профессиональной деятельности и поведении субъектов процесса.

Цели, задачи, технологии и контекст программ, особенно в рамках переподготовки по специальностям на уровне высшего образования, обусловлены возрастными особенностями взрослых, среди которых, как отмечает А. М. Митина, наличие основного образования, мотивированность (личная ответственность (осознанность), актуализация образовательных потребностей и императив перманентности учёбы), ограничение возможностей управления собственным обучением, накладываемое отношениями и связями человека в социуме и пр.

В большинстве образовательных программ переподготовки гуманитарная и социально-экономическая составляющая учебного процесса ограничена дисциплинами «Основы идеологии белорусского государства», «Культура профессиональной деятельности», «Психология делового общения», «Конфликтология» и др. Ранее приобретенные социально-личностные и академические компетенции могут быть усовершенствованы и позволяют достичь новых профессиональных компетенций в производственно-технологической практике, в проектной и научно-исследовательской работе, в организационно-управленческой и инновационной деятельности. В тех случаях, когда роль базовых (начальных) знаний в той или иной области является определяющей для освоения образовательной программы, например, при изучении иностранного языка, то оценка компетенций производится путем приёма квалификационных экзаменов (вступительного тестирования).

Режим учёбы в системе дополнительного образования отличается исключительной интенсивностью: срок переподготовки составляет не более 24 месяцев при заочной форме обучения; объём аудиторных занятий с различными формами контроля знаний (экзамены, зачёты и др.) может достигать 60 дней в учебном году; общий объём учебной нагрузки в зависимости от специальности равен 1000–1300 уч. ч. Количество часов аудиторной и самостоятельной работы в системе дополнительного образования регламентируется инструкциями. Так, самостоятельная работа при вечерней форме переподготовки сведена к минимуму, т.е. планируется только в дни, свободные от учебного процесса. При заочной форме обучения самостоятельная работа ограничена 2–4 ч в день и совмещена с аудиторными занятиями.

М. А. БЕЛАЯ, А. С. РАБЫКО, А. Н. ЕЛИСЕЕВА

Научный руководитель В. М. ШЕМЕНКОВ, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Метод модифицирующей обработки износостойких защитных покрытий на основе титана выгодно отличается от всех других способов, описанных ранее, тем, что не требует наличия специально подготовленной и вводимой в рабочую камеру среды. Нет жестких требований к чистоте поверхностей модифицируемого изделия. Процесс модифицирующей обработки в тлеющем разряде сопровождается сравнительно низкими температурами на поверхности изделия, что исключает термически инициируемые превращения. Актуальность развития ресурсосберегающих технологий и возрастающий процент нанесения износостойких защитных покрытий, используемого в промышленности, делают решение этой проблемы перспективной и экономически целесообразной.

В качестве основных влияющих факторов на приращение поверхностной твердости рассмотрим такие составляющие процесса модификации, как: U , кВ – напряжение тлеющего разряда; J , А/м² – плотность тока тлеющего разряда; T , мин. – время, затраченное на модификацию.

Исследование твердости проводилось на партии многогранных непереитачиваемых пластин из твердого сплава T15K6 с износостойким покрытием TiN. Измерение твердости осуществлялось по методу Виккерса, путем вдавливания алмазного наконечника в форме правильной четырехгранной пирамиды с углом при вершине между противоположными гранями 136° в образец под действием нагрузки, приложенной в течение 10 с и измерения диагоналей отпечатка, оставшегося на поверхности после снятия нагрузки на приборе ИТ-5010.

Анализируя зависимость приращения твердости пластин, можно выделить значения основных характеристик обработки, соответствующие наибольшим приращениям поверхностной твердости. Принимаем напряжение горения $U = 1,3$ кВ, плотность тока $J = 0,135$ А/м², при времени обработки $T = 40$ мин.

В результате проведенных исследований было показано, что наибольшее влияние на увеличение поверхностной твердости оказывают энергетические характеристики тлеющего разряда – напряжение и плотность тока. Также выявлено увеличение поверхностной твердости сплава T15K6 с износостойким покрытием TiN в среднем на 20...30 %.

УДК 681.5.045

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ
МОБИЛЬНОГО РОБОТА НА БАЗЕ ARDUINO

А. В. ГОСПОД

Научный руководитель М. М. КОЖЕВНИКОВ, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»

Могилев, Беларусь

1 Последовательность сборки

1) соединить контакты драйвера двигателей Motor Shield R3 с одноимёнными контактами платы Arduino Uno. 2) Подключить выводы Ucc ультразвукового сенсора измерения расстояния HC-SR04 и Bluetooth модуля к выводу питания 5 В драйвера двигателей. 3) Подключить выводы Gnd ультразвукового сенсора измерения расстояния HC-SR04 и Bluetooth модуля к выводу Gnd драйвера двигателей. 4) Подключить выводы Trig, Echo ультразвукового сенсора измерения расстояния к выводам 5, 6 драйвера двигателей (в соответствии со скетчем). 5) Подключить выводы TX, RX Bluetooth модуля к выводам D0(RX) и D1(TX) драйвера двигателей (в соответствии со скетчем). 6) Подключить Выводы моторов к выводам А, В (в соответствии со скетчем). Подключить источник питания к выводам Uin и Gnd драйвера двигателей.

2 Управляющая программа

```
#define VOLT 160 // задание константами скорости двигателей
```

```
Ultrasonic fwd (5, 6);
```

```
Ultrasonic left (2, 10);
```

```
Ultrasonic right (4, 7);
```

```
Ultrasonic fwdLeft (A3, A4);
```

```
Ultrasonic fwdRight (A1, A2); // подключение пяти HC-SR04
```

```
Engine leftEngine(12, 8, 3);
```

```
Engine rightEngine(13, 9, 11); // подключение двух пар двигателей
```

```
void setup() { } //процедура запуска
```

```
void loop() { } // основной цикл управляющей программы
```

3 Вывод

В основном цикле программы происходит непрерывное считывание данных с пяти датчиков расстояния HC-SR04, расположенных на мобильном роботе. На основании этих данных выполняются следующие действия: проверка на столкновение с препятствием, планирование новой безопасной траектории и движение по новой траектории. Таким образом, происходит автоматическое движение мобильного робота на базе ARDUINO без столкновений с препятствиями.

УДК 336

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛОГИСТИКИ
В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Д. О. ПОВАРОВ

Научный руководитель Т. Г. НЕЧАЕВА, канд. экон. наук, доц.

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

В условиях экономического кризиса и повышенной конкурентной борьбы у предприятий возникает необходимость оптимизации деятельности предприятия. Важнейшим резервом экономии затрат при продвижении товарно-сырьевых потоков является внедрение в практику хозяйствования инструментов логистики.

Эффективное логистическое управление позволяет, прежде всего, повышать конкурентоспособность организации за счет снижения себестоимости и издержек, применения инновационных методов управления.

Управление запасами – важная часть общей политики логистического управления на предприятии, основная цель которого – обеспечение бесперебойного процесса производства и реализации продукции при минимизации совокупных затрат по обслуживанию запасов. Основная проблема управления запасами заключается в установлении оптимального соотношения между затратами на запасы и уровнем удовлетворения потребности в них.

В управлении запасами предприятия могут использоваться различные экономико-математические методы: матричный метод; экстраполяционный анализ; корреляционно-регрессионный анализ; метод главных компонент; факторный анализ; метод теории игр; ABC-XYZ-анализ, динамическое программирование и др. Их применение позволяет выстроить необходимую для производства модель управления запасами в зависимости от специфики деятельности, в результате чего будет проведена оптимизация управления запасами на предприятии.

Для снижения логистических затрат на транспортировку возможно использование в практической деятельности методов оптимизации маршрутов и выбора подвижного состава.

Таким образом, активное применение в практике управления деятельностью предприятия на современном этапе развития экономики инструментов логистики позволяет оптимизировать деятельность предприятия и существенно повысить как эффективность его хозяйствования, так и конкурентоспособность на рынке.

М. А. НЕВЕРОВА

Научный руководитель Е. А. БУРАКОВА, канд. техн. наук, доц.

Государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«ТАМBOBCKИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Тамбов, Россия

В условиях перехода к постиндустриальному этапу развития результативность деятельности и способность развития любого экономического объекта характеризуется восприимчивостью экономики той или иной страны к инновациям. Иными словами, это способность обеспечить условия для непрерывного обновления различных конфигураций деятельности в соответствии с модификациями внешней и внутренней среды. Особая роль отводится также возможности систематизации и реализации потока инновационных проектов, направленных на улучшения в региональной, отраслевой и социальной сферах.

Такие исследователи как Э. Тоффлер, Ф. Фукуяма, Д. Белл полагают, что для большинства развитых держав в настоящее время именно реализация инновационной экономики обеспечивает мировое экономическое превосходство стран.

На современном этапе развития в число стран с инновационной экономикой и развитым венчурным бизнесом входят США, Германия, Япония, Австралия, Канада, Швеция, Финляндия, Сингапур, Израиль.

Статус государства в мировом сообществе, уровень и качество жизни в нем, обеспечение национальной безопасности имеет прямую зависимость от освоения и применения новых знаний и технологий в определенном секторе экономики. В промышленно развитых державах 80–95 % прироста ВВП приходится на долю новых знаний, которые воплощены в технике и различного вида технологиях. Разработка типовых технологических схем организации научной и производственной деятельности позволило реализовать переход ведущих экономик на инновационный этап развития. Эти схемы явились закономерным эффектом предшествующего индустриального периода развития и позволили передовым государствам обеспечить технологические прорывы и поддерживать конкурентоспособность своих экономик на лидирующих позициях.

Несмотря на частичную модернизацию экономики в последние годы, Россия пока не может отказаться от инерционного пути развития. В будущем это может стать угрозой экономической безопасности страны в целом, поэтому необходимо разработать теоретические рекомендации по созданию новой парадигмы инновационного развития отечественной экономики и её регионов, активизации инновационного процесса, что, тем самым, будет содействовать повышению конкурентоспособности страны в мире.

Д. О. ДЕМЧУК

Научный руководитель О. А. МЕДВЕДЕВ, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Брест, Беларусь

Существующие методики расчета компенсаторов не учитывают взаимосвязь допуска компенсатора с погрешностями пригоночных работ и применяемой сборочной технологической оснастки, что не позволяет минимизировать металлоемкость компенсаторов и трудоемкость пригонки. Таким образом, усовершенствование методики расчета компенсаторов для достижения точности сборки методом пригонки является актуальной задачей.

Системный анализ влияния компенсаторов на замыкающие звенья линейных сборочных конструкторских размерных цепей для машин различного назначения позволил выявить несколько типовых схем компенсации расширенных допусков составляющих звеньев, наглядно отражающих это влияние для всех возможных случаев. Каждая из таких схем построена на основе трехзвенной линейной размерной цепи, математически тождественной реальной сборочной размерной цепи, и включает суммарное составляющее звено A_{Σ} (без учета компенсатора), компенсатор K и замыкающее звено A_{Δ} и их допуски. При этом все многообразие реальных конструкторских цепей может быть сведено к трем вариантам математически тождественных трехзвенных цепей, отличающихся по влиянию компенсатора и суммарного составляющего звена на замыкающее звено (уменьшающий или увеличивающий компенсатор, уменьшающее или увеличивающее суммарное составляющее звено). На построенных схемах компенсации границы суммарного допуска составляющих звеньев связаны с границами поля рассеяния замыкающего звена максимальным K_{max} (до пригонки) и минимальным K_{min} размерами компенсатора так, чтобы разность между ними (максимальный припуск на пригонку) и трудоемкость пригонки были минимальны. При этом в схемах компенсации учтены погрешности формирования размера компенсатора при пригонке и погрешность первоначального изготовления компенсатора.

На основе полученных схем компенсации рассчитывается минимально достаточный размер первоначально изготовленных компенсаторов и доля собираемых изделий, для которых пригонка компенсатора не потребуется (для снижения трудоемкости сборки).

УДК 621.9
ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ МЕТОДА
АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ

*А. Н. ЖИГАЛОВ, Д. Г. ШАТУРОВ, Д. А. ЖИГАЛОВА

*Закрытое акционерное общество «ПРОМЛИЗИНГ»

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Метод аэродинамического упрочнения изделий (АДУ) (патент РБ № 21049), являющийся высокоэффективным методом упрочнения, позволяющим повышать стойкость твердосплавных пластин, работающих при прерывистом резании в 2–3,5 раза, практически не исследован.

Актуальной проблемой является осуществление оценки точности измерений при всестороннем исследовании метода АДУ.

Качество измерений должно обладать совокупностью свойств, обуславливающих получение результатов в необходимом виде с требуемыми точностными характеристиками.

Количественную оценку точности измерений осуществляли посредством определения относительной погрешности измерений, представляющей отклонение результата измерения от среднего арифметического значения измеряемой величины; среднего квадратического отклонения среднего арифметического значения; рассеяния результатов измерения относительно среднего арифметического. Принимали за удовлетворительные результаты те, которые не выходили за рамки заданных значений.

Для обеспечения достоверности результатов измерений, наряду с такими показателями, как точность измерений, осуществляли внутренний оперативный контроль качества результатов измерений с использованием процедур контроля проверки достоверности и прецизионности результатов измерений.

Достоверность измерений определялась степенью доверия к измеряемому результату и принималась приемлемой, когда величина измеряемого результата находилась в приемлемых диапазонах действительности измеряемой величины.

Прецизионность результатов измерений определяли, как отклонение результатов измерений от регламентированных условий в сравнении с крайними случаями условий повторяемости, воспроизводимости и промежуточной прецизионности. Она признавалась приемлемой, когда результаты измерений не превышали контрольные показатели пределов повторяемости, воспроизводимости (сходимости) и промежуточной прецизионности.

УДК 338.1
ФОРМИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ В
РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Д. А. НАУМОВ

Научный руководитель Е. Г. ЗАМОСТОЦКИЙ, канд. техн. наук, доц.
Витебский ф-л учреждения образования федерации профсоюзов Беларуси
«МЕЖДУНАРОДНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИТСО»

Витебск, Беларусь

В современных условиях глобализации и быстрого развития научно-технического прогресса инновационная экономика выступает основой динамичного развития Республики Беларусь.

Инновационную экономику часто называют «экономикой, основанной на знаниях». В последнее время одними из наиболее значимых факторов, способствующих благополучному развитию государства, являются наука и знание. Вместе с тем особую значимость приобретает не теоретическое знание, а его практическое применение, выраженное в получении обществом материальных и социальных благ. Для достижения данного результата необходимо тесное взаимодействие науки, производства и общества.

Формирование инновационной экономики – это длительный и сложный процесс, основанный на знаниях, результатах научно-технического развития, которые своевременно внедрены в производство и приносят экономически эффективный результат. Для развития инновационной экономики необходимо сформировать актуальную законодательную базу, сопровождающую инновационное развитие, а также выработать механизм финансирования инновационных проектов.

В условиях инновационной экономики, важнейшими составляющими являются знание и высокоинтеллектуальные кадры, которые активно взаимодействуют с производством для реализации идей науки в соответствии с потребностями реального сектора экономики. Для обеспечения такого взаимодействия необходима государственная поддержка, позволяющая оптимизировать инновационные процессы.

Таким образом, успешное формирование инновационной экономики определяет не только внутреннее и внешнее развитие государства, но и его конкурентоспособность на мировом рынке.

О. Д. МАКАРЕВИЧ, А. Н. МИХАЙЛОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Наличие на предприятии алгоритмов побуждения к продуктивному труду разрешает возможные противоречия между работником и работодателем, стабилизирует баланс интересов. Однако, решение именно этой задачи вызывает больше всего конфликтов, поскольку напрямую влияет на справедливость оценки труда и его оплаты. Эффективность труда зависит от факторов, определяющих организационно-технические условия работы в организации, трудоемкость услуги и систему мотивации работников.

Для того, чтобы предприятие работало эффективно, необходимо правильно организовать труд работников, при этом не только постоянно контролируя их деятельность, но и мотивируя с целью повышения заинтересованности в результатах своего труда и результатах хозяйственной деятельности предприятия в целом. Подкрепить интерес сотрудников к достижению результатов и решению поставленных задач можно только путем их привязки к денежному вознаграждению, выплачиваемому при достижении результатов.

В настоящее время методику определения результатов и создания механизмов определения денежного вознаграждения называют системой мотивации на базе КРІ. В рамках проведенного исследования рассмотрены факторы оценки трудовой деятельности сотрудников одного из отделов торгового предприятия г. Могилева на диаграмме «причина-результат». В результате выбраны пять, наиболее значимых для итогового показателя оценки трудоспособности сотрудников отдела, факторов: выполнение плана реализации; количество новых клиентов; стабильность результатов работы; доход от новых потребителей в общем доходе; использование новых подходов к работе

Данные показатели объективно характеризуют активизацию сотрудниками торгового отдела, что и должно быть положено в основу установки персонального вознаграждения.

Таким образом, применение разработанной системы мотивации работников должно способствовать:

- снижению уровня текучести кадров;
- сокращению потерь рабочего времени;
- повышению производительности труда.

И. Э. ИЛЮШИН

Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»
Могилев, Беларусь

Предлагаемая работа посвящена проблеме управления роботом-манипулятором (РМ) в процессе точечной контактной сварки (ТКС).

Предложен новый эффективный алгоритм на основе статистической модели конфигурационного пространства, который, в отличие от известных, позволяет эффективно учесть геометрические характеристики роботизированных технологических комплексов (РТК), кинематические и пространственные ограничения, а также ограничения сварочной технологии, в частности минимизировать износ силового кабеля для сварочного РМ с подвесным трансформатором.

Предлагаемая статистическая модель представляется в виде неориентированного графа $\mathbf{R} = (\mathbf{V}, \mathbf{E})$. Вершины $\mathbf{V}$ этого графа – множество свободных от столкновений конфигураций робота $\mathbf{q}_i$, а также векторов допустимых угловых скоростей движения звеньев $\dot{\mathbf{q}}_i$, соответствующих этим конфигурациям. Множества $\mathbf{V}$ формируется за счет случайной генерации конфигураций РМ $\mathbf{q}_i$ и проверки их на столкновение робота с препятствиями, а также на допустимую степень силового кабеля. Если условия выполнены, то генерируется соответствующий конфигурации $\mathbf{q}_i$ вектор скоростей $\dot{\mathbf{q}}_i$, координаты которого также случайные величины, после чего конфигурация $\mathbf{q}_i$ и вектор $\dot{\mathbf{q}}_i$ добавляются в множество $\mathbf{V}$. Ребрам $\mathbf{E}$ графа ставятся в соответствие прямолинейные участки траекторий между соседними свободными от столкновений конфигурациями.

Исследование эффективности предложенного алгоритма проводилось в экспериментальной среде моделирования РТК на примере роботизированной ячейки, состоящей из РМ KR 125 со сварочными клещами и свариваемой металлоконструкции, на которую нанесено четыре сварных шва.

Анализ результатов данных экспериментов позволяет сделать вывод о том, что предлагаемый подход эффективен при управлении сварочными роботами-манипуляторами в рабочей среде с препятствиями.

УДК 67.02
ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ И АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В ИССЛЕДОВАНИЯХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛА

К. В. РАИХИН, К. Д. ТАЛАХОВ, С. Д. СЕЛИВЕРСТОВ
Научный руководитель А. В. ИОНОВ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(национальный исследовательский университет)»
Москва, Россия

Формирование компетенций при построении образовательного процесса по инженерным направлениям подготовки невозможно представить без практического применения теоретических знаний в решении реальных задач проектирования и производства технических систем. Таким образом, для построения эффективной образовательной системы в области инженерных наук необходимо активное вовлечение обучающихся в научные разработки.

Проведение научных исследований предъявляет специфические требования к производственному обеспечению процесса – требуется изготовление образцов в сверхкороткие сроки (от месяца до нескольких дней), самой разнообразной формы, физических характеристик и назначения. Причем, очень часто, решать эти задачи необходимо в условиях отсутствия комплектов конструкторской и технологической документации.

Предлагается современный подход к реализации учебного и научного процесса, основанный на применении цифровых технологий и аддитивно-го производства.

Основные направления:

- обеспечение мелкосерийного и единичного производства методами аддитивных технологий и обработки на станках с числовым программным управлением (ЧПУ);
- реверс-инжиниринг и контроль деталей сложной геометрической формы;
- стимулирование обучающихся к реализации научно-технических проектов по собственным идеям.

В целом можно сказать, что возможности применения автоматизированных производственных систем в НИОКР и в образовательном процессе сильно недооценены, и требуются разработка методик их внедрения в различные области прикладных исследований и учебные курсы.

УДК 336.74
ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ДЕНЕЖНО-КРЕДИТНОЙ ПОЛИТИКИ
ПРИ ПРИМЕНЕНИИ КРИПТОВАЛЮТЫ

М. В. ЛЕОНОВ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИЖЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. М. Т. Калашникова»
Ижевск, Россия

Наряду с широким освещением рынка частных криптовалют (например, биткоин или эфир), ведущие центральные банки рассматривают возможности применения технологии распределенных реестров (blockchain) для организации денежного обращения в стране. В частности, в 2016 г. в Тунисе и Сенегале электронная валюта была признана на законодательном уровне. Технологически организация электронного денежного обращения осуществляется путем централизации базы данных и параллельным открытием счетов для каждого экономического субъекта. Одновременно, необходимо обеспечить сохранность информации, предоставить доступ всех граждан к инструментам хранения валюты.

Внедрение электронной валюты принципиально изменит сущность денежно-кредитных отношений.

Во-первых, банковская система будет функционировать на принципах полного резервирования, что позволяет снизить риски неблагоприятного поведения кредитных организаций и сократить издержки на функционирование системы обязательного страхования вкладов. Одним из последствий может стать упрощение регулирования банковской деятельности, расширение количества банков на рынке и снижение зависимости от системно значимых финансовых институтов.

Во-вторых, централизуя информационные потоки граждан государство получает инструмент для модификации системы налогообложения и существенно сокращает издержки по ее администрированию. Покрытие бюджетного дефицита может осуществляться за счет сеньоража с гораздо меньшими негативными последствиями для ценовой стабильности в экономике.

В-третьих, значительно сужаются возможности использования электронной валюты в криминальной деятельности и ограничиваются масштабы денежного обращения в теневой экономике.

В-четвертых, центральные банки получают возможность преодоления проблемы отрицательных процентных ставок, которая до последнего времени оставалась ключевым элементом в стимулировании экономического роста. Если в текущее время регулятор не имеет инструментария принудительно сокращать денежные балансы экономических агентов, то в случае централизации счетов такая проблема снимается.

Н. А. ЛЕВЧЕНКОВА

Научный руководитель С. М. ГОРЯЧЕВА, канд.экон. наук, доц.
Витебский ф-л учреждения образования федерации профсоюзов Беларуси
«МЕЖДУНАРОДНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИТСО»
Витебск, Беларусь

Логистика сферы услуг является одной из перспективных отраслей экономики, так за 2014 г. темп роста объема платных услуг населению составляет 100,1% к предыдущему году. Важное значение имеет оказание услуг социально незащищенным слоям населения. Так как велики затраты на оказание такого рода услуг, необходимы инновационные подходы и в первую очередь внедрение логистических методов.

По классификации видов экономической деятельности к сфере услуг относятся: услуги строительные; по розничной торговле, транспортные; по складированию грузов; по временному проживанию и питанию; финансовые и т.д. Одной из специфических особенностей услуг является их неосвязаемость, следовательно, логистика в сфере услуг может быть направлена на оптимизацию потоковых процессов вне материального потока. Также к особенностям нематериального потока относятся: неотделимость, непостоянство качества, недолговечность, неспособность накапливаться. К особенностям логистики в сфере услуг относится большое разнообразие видов услуг и их оценка. Конечной целью логистики в сфере услуг является оказание конечному потребителю необходимых услуг в необходимом количестве, в определенном месте в назначенное время и с минимальными издержками. Важным вопросом логистики в сфере услуг является проектирование цепей предоставления услуг. Основными принципами по построению логистической системы услуг являются:

- 1) управление и контроль над всеми потоками ресурсов, их движение и использование;
- 2) учет всех издержек на протяжении всей логистической цепи;
- 3) обеспечение достоверной информации.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что логистика как метод управления движением нематериальных потоков приемлема и в сфере услуг.

Д. С. КОРНЕЕВ

Научный руководитель А. Г. БУРЦЕВ, канд. техн. наук, доц.
Волжский политехнический институт (ф-л) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Волжский, Россия

Установка электрических центробежных насосов (УЭЦН) представляет собой бесштанговую насосную установку лопастного типа, которая состоит из наземной части (повышающий трансформатор, средства управления) и погружной части (электроцентробежные насосы, гидрозащита (протектор) и погружной электродвигатель), соединенные между собой бронированным кабелем.

УЭЦН используются для подъема с глубины из нефтяных скважин пластовых жидкостей, где штанговые насосные установки не справляются.

Подъем жидкости происходит в результате вращения электроцентробежного насоса (ЭЦН), приводимого в движение погружным электродвигателем (ПЭД).

ПЭД – маслonaполненный асинхронный трехфазный электродвигатель, масло, в котором, исполняет роль смазки и отводит тепло. ЭЦН, в общем случае, представляет собой вал с рабочими колесами, имеющие кривые лопасти. Вал заключен в корпус. ЭЦН имеют модульную структуру и устанавливаются последовательно друг за другом (нередко погружная часть УЭЦН может достигать 50 метров). Момент от ПЭД к ЭЦН передает гидрозащита. Погружная часть УЭЦН собирается непосредственно на месторождении. Опускание ее в скважину происходит в следующей последовательности: первым опускается ПЭД, к нему крепится гидрозащита, а далее модули ЭЦН, количество которых зависит от глубины скважины и необходимой производительности и напора. Корпуса всех модулей представляют собой трубы, с фланцевым соединением для крепления друг к другу [1,2].

Кроме передачи момента, гидрозащиты служат для защиты двигателя от попадания в него пластовой жидкости и компенсации температурного расширения масла внутри ПЭД, а так же принимает на себя вес секций ЭЦН. Таким образом, гидрозащита является одной из самых важных частей УЭЦН, на которую ложится ответственность за сохранность двигателя насоса и долговечность его работы.

Ввиду того, что процесс спуска и подъема УЭЦН очень дорогостоящий, а простой процесс нефтедобывающей установки недопустим, каждый

модуль УЭЦН подвергается тщательной проверке и тестированию на стенде. Занимаются этим специализированные предприятия, которые предоставляют с каждым модулем протокол его испытания.

Основные задачи стенда по тестированию гидрозакрит:

- проверка давления открытия и закрытия клапанов;
- проверка на вибрацию и нагрев при вращении под нагрузкой и без;
- обеспечение базы данных всех существующих гидрозакрит, с возможностью добавления новых;
- генерация протоколов испытаний и их хранение на неограниченный срок.

Основные проблемы при работе с текущим программным обеспечением по испытанию гидрозакрит:

- 1) момент открытия клапана легко перепутать с погрешностью измерительного канала от датчика давления;
- 2) проблема хранения протоколов испытания;
- 3) сделать систему испытаний достаточно гибкой, но при этом исключить возможность подтасовки результатов.

В соответствии с указанными проблемами, при разработке, программное обеспечение стенда было усовершенствовано.

Пересмотрен принцип определения тестирования клапанов. Ранее открытие клапана определялось по крайне небольшому скачку сигнала от одного датчика давления. Теперь момент открытия стал определяться по разнице показаний между двумя датчиками давления, расположенными сразу за насосом и перед клапаном. Такой дифференциальный метод определения момента открытия клапана снижает влияние погрешности измерительного канала.

Протоколы испытаний решено хранить в разделенной форме. Табличные данные и метки времени графиков хранятся в базе данных, а сами графики в трех архивах. Это также частично решило проблему корректировки результатов оператором, который мог увидеть протокол испытания только после его автоматической печати. Применено также разделение прав доступа для оператора (пользователя) и администратора.

Для контроллера в качестве среды разработки программного обеспечения (ПО) использовалась программа CoDeSys v2.3.

Для автоматизированного рабочего места применена программа SCADA-система TracMode 6.

Предложенные в работе усовершенствования ПО для стенда по испытанию гидрозакрит позволят сделать процесс их тестирования более качественным и исключить возможность подтасовки результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ивановский, В. Н.** Установки погружных центробежных насосов для добычи нефти / С. С. Пекин, А. А. Сабиров. – М. : Нефть и газ, 2002. – 256 с.
2. **Кагарманов, И. И.** Особенности эксплуатации УЭЦН : учеб. пособие. – Самара, 2005. – 48 с.

УДК 658 ПОВЫШЕНИЕ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ (НА ПРИМЕРЕ «ЭКОМОЛ АГРО»)

А. В. ЛАРЧЕНКО, М. А. ДОЛГОЛЕВА, В. В. ЗАРУБСКИЙ
Научный руководитель М. Н. ГРИНЕВИЧ, канд. экон. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Проблема, связанные с повышением качества продукции крайне актуальна в современных условиях, так как именно качество – важнейший источник роста эффективности производства.

В настоящее время ЗАО «Экомол Агро» – один из крупнейших производителей комбикормовой продукции на внутреннем республиканском рынке. Несмотря на то, что на предприятии осуществляется трехкратный контроль качества (каждой партии сырья, поступившего в производство, контроль технологического процесса, контроль готовой продукции), главной проблемой на рынке комбикормов в Беларуси по-прежнему остается недостаточно высокое качество продукции.

Для регулирования контроля качества в ЗАО «Экомол Агро» внедряется система менеджмента качества (СМК), которая имеет с 2014 г. сертификат соответствия СТБ ИСО 9001-2009. Для поддержания высокого качества продукции предприятию необходимо выполнить следующие мероприятия:

- повысить технический уровень производств;
- провести внутренние аудиты СМК и использовать их результаты для совершенствования СМК;
- разработать новые изделия, снижать материалоемкость продукции;
- провести работу по переподготовке и обучению персонала.

В этой связи перед руководителями и работниками предприятия стоят следующие задачи:

- 1) изменение состава, структуры применяемых материалов;
- 2) изменение технологии изготовления продукции, системы контроля качества изготовления, хранения, упаковки, транспортировки;
- 3) изменение цен на продукцию;
- 4) изменение порядка реализации продукции на рынке;
- 5) изменение структуры и размера инвестиций в разработку, производство и сбыт продукции.

Таким образом, если выполнять поставленные мероприятия и задачи на всех стадиях технологического процесса, решается проблема поддержания качества на высоком уровне и обеспечивается достойная конкуренция с ведущими зарубежными производителями.

УДК 336
ОЦЕНКА И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ
ПРЕДПРИЯТИЯ

Р. С. ЛАВРЕНТЬЕВ

Научный руководитель Т. Г. НЕЧАЕВА, канд. экон. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В современных условиях развития экономики и рыночных отношений ключевым механизмом, определяющим эффективность функционирования рынка, является конкуренция. Понятие конкуренции составляет основу рыночной экономики и является главной движущей силой эволюции взаимоотношений субъектов, функционирующих в данной среде.

На сегодняшний день ОАО «Бабушкина крынка» – динамично развивающееся крупнейшее в Беларуси предприятие-производитель молочной продукции. Данный рынок высококонкурентен, на нем не только присутствует значительное количество производителей, но также конкурируют между собой и различные марки продукции предприятий.

Проведенный анализ конкурентоспособности предприятия позволяет сделать следующие выводы:

– основными конкурентами холдинга «Могилевская молочная компания «Бабушкина крынка» являются ОАО «Савушкин-продукт» (марки «Савушкин», «Брест-Литовск», «Ласковое лето», «Монтик»), ОАО «Беллакт», ОАО «Молочный мир», ОАО «Молоко» (г. Витебск), компания «Данон» (марки «Активия», «Растишка»), ОАО «Минский молочный завод №1» (марки «Молочная страна», «Минская марка»);

– в 2015 г. наблюдается спад объемов производства цельномолочной продукции, что указывает на снижение ее конкурентоспособности. В качестве положительного момента с точки зрения конкурентоспособности продукции ОАО «Бабушкина крынка» следует отметить рост объемов производства масла и сыров твердых;

– в 2015 г. конкурентоспособность продукции повысилась, на что указывает рост объема экспорта продукции на 133,29 %, объема валютной выручки – на 109,9 % и доли новых видов продукции на 2,92 п.п.

Для того, чтобы повысить конкурентоспособность продукции, предприятию необходимо гибко реагировать на изменяющиеся вкусы и предпочтения потребителей, а также вести постоянный мониторинг состояния рынка, что позволит своевременно организовать выпуск востребованной, конкурентоспособной, а также безопасной для здоровья людей продукции.

УДК 664.696
ПОИСК ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА
ПРИ РАБОТЕ С ПОЗИЦИОНЕРАМИ

Л. А. ЛОБОРЕВА

Научный руководитель М. М. КОЖЕВНИКОВ, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»
Могилев, Беларусь

Исходными данными поиска траектории робота-манипулятора являются трехмерные САД модели робота-позиционера объектов манипулирования и технологической среды, составляющие карту препятствий. Алгоритм построения траектории робота от исходной точки к целевой базируется на двухслойной нейросетевой модели конфигурационного пространства, состоящей из множества нейронов, распределенных над n -мерным конфигурационным пространством робота. На выходе сети формируется потенциальное поле робота. Для уменьшения затрат машинного времени предлагается использовать линейную функцию с насыщением для активации нейронов.

Если при перемещении робота-позиционера целевая точка окажется в пространстве, занятом на текущей карте препятствий, предлагается поиск промежуточной точки на плоскости СС, образованной тремя точками: исходной, целевой и «локтем» либо средней по уровню точкой на вертикали, проведенной от базы манипулятора. При пересечении СС и объекта ВВ, образуемого геометрическим местом точек, которые занимает при движении в пространстве поворачиваемая роботом-позиционером конструкция, получится кривая. На ней выбирается промежуточная точка. По старой карте препятствий осуществляется поиск траектории к этой точке и определяется конфигурация робота q_{sv} в ней. Исследуется возможность столкновения звеньев робота при найденной конфигурации с объектом ВВ. Если столкновений нет, то формируется траектория от исходной точки к промежуточной, а затем по модифицированной карте препятствий к целевой. Если для q_{sv} обнаружено столкновение звена робота с ВВ, то конфигурация подбирается изменением углов сочленений звена с соседними. Затем проверяется возможность линейного перемещения от предпоследней точки ранее найденной траектории к подобранной. Если движение невозможно, то подбор продолжается определенное количество итераций. Иначе осуществляется поиск новой промежуточной точки, которая смещается в сторону свободного пространства. Эффективность метода подтверждается компьютерным моделированием. Разработанный метод поиска траектории позволяет учесть ограничения на подход и ориентацию технологического инструмента, а также форму звеньев робота.

М. Н. МИРОНОВА

Научный руководитель В. М. ПАШКЕВИЧ, д-р техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Для эффективного проектирования приводов машин требуются знания о взаимосвязях между его параметрами. Выявление таких взаимосвязей возможно на основе подхода, базирующегося на технологиях функциональных семантических сетей, позволяющих осуществлять выбор оптимальных значений параметров приводов, при которых обеспечиваются минимальные их массогабаритные показатели.

Для поиска оптимального решения на функциональной семантической сети могут использоваться как детерминированные, так и случайные методы. Наиболее известными детерминированными алгоритмами являются градиентный метод и метод покоординатного спуска. Для поиска глобальных экстремумов сложных многоэкстремальных целевых функций могут использоваться также методы случайного поиска, такие как случайный поиск с возвратом, стохастический многолучевой способ и др.

Для определения наиболее эффективного (с точки зрения точности решения и производительности поиска) метода поиска оптимальных решений на функциональной семантической сети был проведен сравнительный анализ детерминированных и случайных методов.

Анализ полученных результатов показал, что объем вычислений для любого метода возрастает пропорционально размерности факторного пространства (количеству оптимизируемых параметров).

В ходе исследований установлено, что процесс поиска многолучевым методом с десятью лучами является самым продолжительным, а наиболее быстрым является случайный поиск с возвратом.

При значительной размерности факторного пространства метод покоординатного спуска затрачивает значительное время на нахождение оптимальных параметров, обеспечивая при этом наиболее качественное решение задачи. В свою очередь, случайные методы характеризуются более высокой производительностью, но обладают низкой точностью вычислений.

Учитывая данные обстоятельства, при большом количестве управляемых параметров, обеспечивающих наиболее точное решение на функциональных семантических сетях, предложено использовать комбинированный алгоритм, сочетающий преимущества методов случайного поиска и покоординатного спуска.

Е. Ю. ДЯДЧЕНКО

Научный руководитель М. С. АЛЕКСАНДРЕНКО, канд. экон. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Для повышения эффективности кредитных операций любому банку важно постоянно совершенствовать свою кредитную политику, одним из элементов которой является система управления кредитными рисками.

Совершенствование системы управления кредитными рисками может осуществляться в двух направлениях: развитие оценки кредитоспособности заемщика и процесса управления кредитным портфелем.

Для повышения степени надежности оценки кредитоспособности заемщика предлагается:

- анализировать динамику изменения финансового положения заемщика на протяжении нескольких отчетных периодов, а не по двум последним балансам;
- использовать для анализа кредитоспособности, в дополнение к анализу на основе финансовых коэффициентов, анализ денежных потоков клиента.

Процесс управления кредитным портфелем можно сделать более оперативным посредством:

- создания специальной системы ежедневного контроля за уровнем показателей и факторов, влияющих на их изменение для распознавания рисков несбалансированности ликвидности баланса и неплатежеспособности банка; для этого целесообразно создание базы данных, позволяющей оперативно получать всю необходимую информацию для выполнения аналитической работы, на основе которой будет формироваться политика банка;

- внедрения автоматизированных систем тестирования кредитоспособности физических лиц, которые за короткий период времени (около 10 мин) осуществляют проверку потенциального заемщика, а также оценят кредитоспособность заемщика и риск невозврата кредита, расчета параметров риска невозврата кредита. Такие алгоритмы позволяют строить итоговые оценки на основе изменений значений параметров в течение всего теста с учетом психологического фона процесса предоставления кредита. Тест предназначен для тестирования физических лиц, обратившихся за розничным кредитом, либо заемщика банка, который лично несет ответственность за возврат кредита.

Е. Ю. ДЯДЧЕНКО

Научный руководитель М. С. АЛЕКСАНДРЕНКО, канд. экон. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Процентные ставки по кредиту могут быть фиксированными и плавающими, что предусматривается в кредитном договоре.

Фиксированные процентные ставки остаются неизменными в течение всего срока кредита.

Уровень плавающих процентных ставок в течение срока кредитования может пересматриваться банком с обязательным уведомлением кредитополучателя об их размере. Такие ставки, как правило, привязываются к ставке рефинансирования с увеличением на определенный процент маржи. Маржа представляет собой разницу между ставкой, по которой банк начисляет проценты по выданным кредитам, и ставкой, по которой банк уплачивает проценты по привлеченным средствам.

Коммерческие банки устанавливают размер ссудного процента с таким расчетом, чтобы сумма полученных от кредитополучателей процентов покрывала расходы банка по привлечению ресурсов, необходимых для предоставления запрашиваемого кредита с добавлением маржи.

При рассмотрении вопроса размера платы за кредит, белорусские банки должны учитывать следующие факторы:

- ставку рефинансирования Национального банка Республики Беларусь (в текущем году ставка была очень динамичной: с 18.01.17 – 17 %; 15.02.17 – 16 %; 15.03.17 – 15 %; 19.04.17 – 14 %; 14.06.17 – 13 %; 19.07.17 – 12 %; 13.09.17 – 11,5 %);
- среднюю процентную ставку привлечения (это ставка привлечения межбанковских кредитов или ставка, уплачиваемая банком по депозитам различного вида);
- структуру кредитных ресурсов (чем выше доля привлеченных средств, тем дороже должен быть кредит);
- спрос на кредит со стороны потенциальных заемщиков (чем меньше спрос, тем дешевле кредит);
- срок, на который испрашивается кредит, вид кредита, а точнее степень его риска для банка в зависимости от обеспечения;
- стабильность денежного обращения в стране (чем выше темп инфляции, тем дороже должна быть плата за кредит, так как у банка повышается риск потерять свои ресурсы из-за обесценивания денег).

А. Р. САГУТДИНОВ

Научный руководитель Ю. В. ЕФИМОВА
Чистопольский ф-л «ВОСТОК» федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. А. Н. Туполева – КАИ»
Чистополь, Республика Татарстан, Россия

В настоящее время на предприятиях ведется работа по автоматизации процесса изготовления приборов учёта. Одним из ключевых процессов сборки является распознавание, сортировка и отбраковка дисков струйного блока приборов учёта газа. Разработка системы распознавания позволит сократить долю ручного труда, сведёт к минимуму количество брака и повысит производительность конвейерной линии. Программно-аппаратный комплекс позволит распознать тип диска, а также не пропустить для дальнейшей работы детали с браком.

Диски струйного блока прибора учёта газа попадают в вибробункер, с которого они выходят на конвейерную линию. В момент попадания диска под камеру конвейерная линия приостанавливается, для того, чтобы камера смогла запечатлеть диск для последующего распознавания. Изображение диска, с помощью программного обеспечения, разработанного в рамках данной работы, поступает на компьютер и происходит распознавание.

Далее, при помощи программы, происходит распознавание диска и угол его поворота. Эти данные в последующем будут отправляться на роботизированную руку, которая будет поворачивать диск на нужный угол и перемещать его в определенный сектор или сразу собирать диски на шпильки и собирать струйный блок.

Таким образом, функционал программы должен включать в себя следующие блоки: процедура выбора камеры; вывод изображения с камеры в окно программы; функция, получающая изображение; процедура поиска контура диска на изображении; распознавание диска; определение угла поворота диска.

В дальнейшем возможно расширение системы и достижение ещё большей автоматизации. Путём подключения к ней датчиков, для определения наличия дисков на конвейере, можно ещё больше автоматизировать систему. Интегрировав робота можно автоматизировать также процесс сборки струйного блока. В таком случае процесс сборки полностью роботизируется, и участие оператора не является обязательным.

Следовательно, производительность конвейера может быть увеличена ещё больше, а процент бракованных изделий сильно уменьшится.

УДК 621.787

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ИНСТРУМЕНТОВ
ДЛЯ МАГНИТНО-ДИНАМИЧЕСКОГО НАКАТЫВАНИЯ
ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

С. А. СУХОЦКИЙ, И. А. ТАРАДЕЙКО

Научный руководитель А. М. ДОВГАЛЕВ, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Существует широкая номенклатура деталей, имеющих плоские рабочие поверхности, к качественным характеристикам и эксплуатационным свойствам которых предъявляют высокие требования. К их числу относятся: детали пар трения, направляющие планки и наделки прокатных станков, направляющие технологических приспособлений, направляющие для буровых установок, клинья, ползуны, защитные планки для пресс-ножниц, ножи дробильных машин, скребки и др., большинство которых изготавливается в условиях средне- и крупносерийного производства. В связи с этим, актуальной задачей является усовершенствование конструкций инструментов для магнитно-динамического накатывания (применительно к условиям указанных типов производства), обеспечивающих высокопроизводительное упрочнение плоских поверхностей деталей машин.

В соответствии с поставленной задачей было выполнено следующее:

- разработана конструкция инструмента, имеющая дополнительную магнитную систему, обеспечивающую стабильную величину натяга деформирования (независимо от колебания высоты упрочняемых заготовок) и высокие качественные характеристики упрочняемой поверхности;
- создана конструкция инструмента, отличающаяся наличием устройства для регулирования величины натяга между деформирующими и приводными шарами, обеспечивающая сокращение вспомогательного времени на его переналадку и повышение производительности обработки;
- спроектирован инструмент, содержащий комбинированную магнитную систему, предназначенную для совмещенного магнитно-силового воздействия и эффективной модификации поверхностного слоя детали с целью повышения ее эксплуатационных свойств;
- разработан инструмент для отделочно-упрочняющей обработки плоских поверхностей, имеющий неподвижный корпус и специальную магнитную систему для вращения приводных шаров, что повышает безопасность процесса упрочнения.

Разработанные конструкции инструментов защищены патентами Республики Беларусь.

УДК 338

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДОХОДАМИ И РАСХОДАМИ
ПРЕДПРИЯТИЯ (НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ОАО «ОБУВЬ»)

*В. О. ДЕРБЕЕВА, Н. Ю. ЛЕБЕДЕВА, Е. П. ЛАЗАРЕВА

Научный руководитель И. В. ИВАНОВСКАЯ, канд. экон. наук, доц.

*Учреждение образования

«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. П. О. Сухого»

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Для того, чтобы обеспечивать предприятию не только выживание на рынке, но и улучшение показателей его деятельности, управленческому персоналу необходимо уметь реально оценивать финансовое состояние предприятия.

Актуальность данной работы состоит в том, что целью деятельности любого коммерческого предприятия является получение максимальной прибыли с наименьшими затратами. Поэтому очень важным в деятельности предприятия является управление доходами и расходами.

В результате проведения исследований финансовых результатов, состава и динамики прибыли, маржинальной прибыли, факторов формирования прибыли на ОАО «Обувь» было выявлено следующее: проблемой для предприятия является то, что, несмотря на положительную тенденцию в росте прибыли от реализации продукции, уровень прибыли до налогообложения и чистой прибыли имеют отрицательную динамику. Таким образом, было установлено, что важной проблемой для ОАО «Обувь» является высокая себестоимость продукции.

Исходя из этого, был сформулирован ряд предложений по увеличению прибыли от реализации продукции, товаров, работ, услуг и снижению расходов исследуемого предприятия:

- поиск и освоение новых рынков сбыта продукции на экспорт;
- стимулирование сбыта продукции на внешнем и внутреннем рынке путем проведения акций с предоставлением скидок;
- проведение частичной модернизации производства с целью автоматизации труда и снижении трудоемкости работ;
- снижение материалоемкости продукции (использование евромеха, выпуск обуви на подошве собственного литья, замена натуральной кожи текстильной тканью с водоотталкивающей пропиткой).

В результате проведения вышеперечисленных и других мероприятий будет сохранен объем производства на ОАО «Обувь» и снижена себестоимость выпускаемой продукции.

УДК 338.012

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА ПО РАЗВИТИЮ
ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В. О. ДЕРБЕЕВА

Научный руководитель Н. П. ДРАГУН, канд. экон. наук, доц.

Учреждение образования

«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ им. П. О. Сухого»

Гомель, Беларусь

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) позволят обеспечить выполнение работ по таким стратегическим направлениям развития Республики Беларусь, как ускоренное развитие высокотехнологичных производств и услуг, совершенствование институциональной среды и формирование благоприятной бизнес-среды, рост экспортного потенциала на основе эффективного использования имеющихся и потенциальных конкурентных преимуществ Республики Беларусь.

Государственной программой предусмотрено выполнение работ на базе современной информационно-коммуникационной инфраструктуры, направленных на оказание государственных услуг и осуществление административных процедур в электронном виде, повышение их доступности, а также стимулирование экспорта услуг в сфере ИКТ, внутреннего спроса реального сектора экономики, сферы услуг, социальной сферы, сферы государственного управления на качественные ИТ-услуги.

Наибольшая списочная численность работников организаций сектора ИКТ в среднем за 2016 г. по г. Минску – 55,9 тыс. чел., в среднем по всем областям Беларуси она составляет 4,9 тыс.чел. На конец 2016 г. удельный вес организаций сектора ИКТ в общем количестве коммерческих организаций составляет 3,4 %, доля экспорта услуг сектора ИКТ в общем объеме экспорта услуг составляет 18,5 %, что больше экспорта товаров сектора ИКТ в 26 раз.

Основное внимание государства будет сосредоточено на следующих направлениях: стимулирование роста числа производителей продукции ИКТ и услуг путем поддержки стартапов, развития системы венчурного финансирования и бизнес-инкубаторов; создание условий, способствующих созданию продуктов ИКТ с высоким экспортным потенциалом; повышение ИКТ-составляющей в продукции традиционных отраслей белорусской экономики.

Развитие отрасли ИКТ – необходимое условие успешного развития информатизации, обеспечения «цифрового суверенитета» государства, а также важный фактор глобальной конкурентоспособности экономики страны.

УДК 621.787

КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВАЛОВ,
УПРОЧНЕННЫХ МАГНИТНО-ДИНАМИЧЕСКИМ НАКАТЫВАНИЕМ

И. А. ТАРАДЕЙКО, С. А. СУХОЦКИЙ

Научный руководитель А. М. ДОВГАЛЕВ, канд. техн. наук, доц.

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Повышение качественных характеристик и эксплуатационных свойств поверхностей деталей машин обеспечивают методы поверхностного пластического деформирования (ППД). Анализ показывает, что известные способы ППД в определенной мере исчерпали свои технологические возможности. В этой связи представляется перспективным разработанный способ совмещенного магнитно-динамического накатывания (СМДН), обеспечивающий одновременное магнитно-силовое воздействие на упрочняемую поверхность детали. Однако в настоящее время отсутствуют исследования качественных характеристик поверхностей деталей упрочненных СМДН.

В связи с этим, разработана конструкция инструмента для обработки наружных поверхностей тел вращения, содержащая: оправку; диски образующие кольцевую камеру с расположенными в ней деформирующими шарами; магнитную систему на основе постоянных цилиндрических магнитов, предназначенную для сообщения деформирующим шарам рабочих движений и намагничивания поверхностного слоя детали.

В работе приведены результаты исследований шероховатости поверхности валов от режимов процесса СМДН (частоты вращения детали и инструмента, подачи и натяга деформирования).

Упрочнению подвергали партии образцов из сталей 45 (190–210 НВ) и 40Х (220–240 НВ). Заготовки предварительно обтачивали в размер Ø55Н9 и обеспечивали шероховатость поверхности по параметру Ra 3,0–3,4 мкм.

В процессе отделочно-упрочняющей обработки имело место интенсивное снижение исходной шероховатости поверхности по параметру Ra до 0,5–0,7 мкм.

Авторами представлены результаты испытаний СМДН поверхностей деталей в специальной технологической среде с формированием покрытий обладающих особыми физико-механическими свойствами. Получение таких покрытий на поверхности валов позволяет изменять их диаметральные размеры, что делает перспективным применение процесса в условиях ремонтного производства.

Результаты исследований позволили выявить рациональные режимы процесса СМДН наружных поверхностей тел вращения.

ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ТВЕРДОСПЛАВНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

Д. Г. ШАТУРОВ, Е. Н. АНТОНОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

При токарной обработке поверхностей изделий твердосплавным инструментом происходит его износ, интенсивность которого различна для разных периодов работы инструмента. Так в начале обработки резанием, при определенных скоростях резания износ задней поверхности резца интенсивно нарастает, что отрицательно сказывается на точности обработки. Это, так называемый, период приработки. Средняя (интегральная) скорость изнашивания за этот период зависит от средней скорости изнашивания за период стойкости резца, оптимальной величины износа задней поверхности резца δ_0 , периода стойкости резца T_0 , а также от параметра, характеризующего интенсивность изнашивания задней поверхности резца p_0 . После периода приработки следует период установившегося износа задней поверхности резца. Получена расчетная зависимость параметра, характеризующего интенсивность изнашивания задней поверхности резца p_0 :

$$p_0 = ((V \cdot T_0 \cdot u_0) / 1000 \cdot \delta_0 \cdot k_p)^{1,67}, \text{ мкм/мин}$$

где k_p – коэффициент перевода линейного износа задней поверхности резца в размерный (радиальный) износ, $k_p \approx \operatorname{tg} \alpha_3$; α_3 – задний угол заточки резца; V – скорость резания при точении; u_0 – относительная размерная скорость изнашивания за период установившегося износа.

Полагая, что общая средняя скорость изнашивания при изменении p_0 имеет экстремум, проведя математические преобразования получено оптимальное значение $p_0^{\text{опт}} = 1,376$. Однако, как показывает практика, при увеличении параметра p_0 от 1,376 до 1,67 (разница составляет 0,294) происходит уменьшение износа задней поверхности резца и увеличение периода стойкости. Это вероятно связано с действием температуры и направлением тепловых потоков через заднюю поверхность инструмента, которые необходимо учитывать.

Таким образом, при выборе скорости резания при точении рекомендуется использовать приведенную выше зависимость и для обеспечения максимального ресурса работы инструмента принимать $p_0 = 1,67$ мкм/мин.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ (НА ПРИМЕРЕ РУП «МОГИЛЕВАВТОДОР»)

А. С. ДЕМИДОВА, Е. Б. ЕМЕЛЬЯНОВА

Научный руководитель Н. П. ДРАГУН, канд. экон. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Актуальность исследования организации труда на предприятии обусловлена тем, что одним из важнейших направлений обеспечения социальной направленности рыночной экономики является рационально построенная организация труда на всех уровнях управления. Организованный на научной основе труд является ведущим фактором роста производительности и снижения издержек производства, основой обеспечения конкурентоспособности хозяйствующих субъектов рыночной экономики [1].

Объект нашего исследования – РУП «Могилевавтодор» ДЭУ-71. Данное предприятие занимается ремонтом и содержанием дорог.

В результате проведенного анализа основных технико-экономических показателей деятельности, а также организации труда исследуемого предприятия были выявлены следующие проблемы: снижение прибыли от реализации; снижение рентабельности продаж; увеличение коэффициента текучести кадров; рост количества уволившихся работников, преобладание старшего поколения в общей численности ППП; рост потерь рабочего времени по причине нерациональной организации труда; коэффициент соотношения производительности труда к заработной плате равен 0,96.

В связи с выявленными проблемами были разработаны следующие рекомендации:

- улучшить условия труда работников предприятия;
- разработать эффективную систему стимулирования труда рабочих и служащих предприятия;
- усовершенствовать систему нематериального стимулирования сотрудников предприятия;
- разработать и реализовать мероприятия, направленные на привлечение молодых специалистов;
- повысить производительность труда, внедряя и используя методы и инструменты «бережливого производства».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Организация, нормирование и оплата труда в агропромышленном комплексе: учеб. пособие / М. К. Жудро [и др.]. – Минск : Выш. шк., 2014. – 255 с.

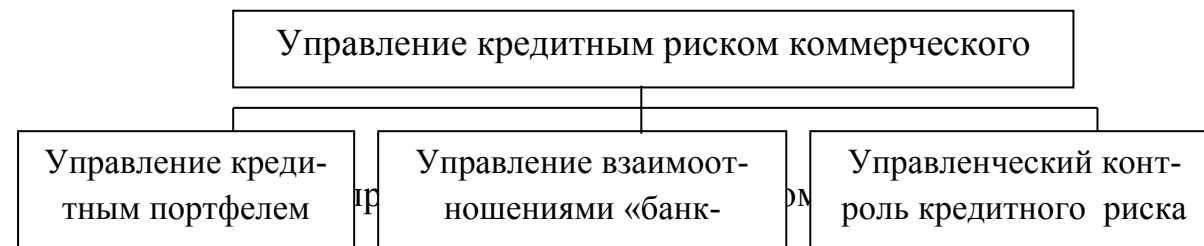
В. Э. ГРОМЫКО

Научный руководитель Т. Н. ПАНКОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Процесс управления кредитным риском можно разбить на три базовых составляющих (этапа) (рис. 1.):

- система управления кредитным портфелем и ее составляющие;
- система управления взаимоотношениями типа «банк-клиент»;
- система управленческого контроля за кредитным риском.



Этап 1. Система управления кредитным портфелем. Как часть общей стратегии управления кредитным риском, определяемой банковским руководством, система управления кредитным портфелем включает в себя:

- кредитную политику;
- основные ориентиры и организационные основы формирования кредитного портфеля для ограничения и реализации отраслевых приоритетов;
- указания по ценообразованию на кредиты для определения уровня процентных ставок с тем, чтобы обеспечить достижение плановых нормативов рентабельности банка.

Этап 2. Управление риском в системе «банк-клиент». Данный этап сфокусирован на оценке кредитных рисков конкретных заемщиков, который заключается в анализе кредитоспособности заемщиков и в структурировании индивидуальных кредитов с целью уменьшения рисков.

Этап 3. Система контроля за кредитным риском. В банке должен присутствовать независимый механизм управленческого контроля, предметом которого являются кредитные отношения по договору, состав кредитного портфеля и процесс контроля за принятием решений.

Таким образом, такая система управления кредитным риском позволит минимизировать его размер и повысить эффективность кредитных операций.

А. А. ЮРКИНА

Научный руководитель М. М. КОЖЕВНИКОВ, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»
Могилев, Беларусь

Предлагаемая работа посвящена проблемам разработки методов и алгоритмов автоматического управления промышленными робототехнологическими комплексами.

Основная научная идея исследования заключается в реализации статистической модели конфигурационного пространства на основе точных трехмерных CAD-моделей сборочно-сварочного робота-манипулятора и препятствия с дальнейшим синтезом оптимальной траектории, соединяющей стартовую и целевую конфигурации в этом пространстве.

Предлагаемый подход основан на реализации дискретного конфигурационного пространства робота-манипулятора (рис. 1) на основе статистической модели. В соответствии с данным подходом траектория, соединяющая стартовую q_{s1} и целевую q_{sg} конфигурации робота, представляет собой последовательность, состоящую из соседних конфигураций q_{s1} , $q_{s2}, \dots, q_{sg}$, и прямолинейных участков соединяющих эти конфигурации.

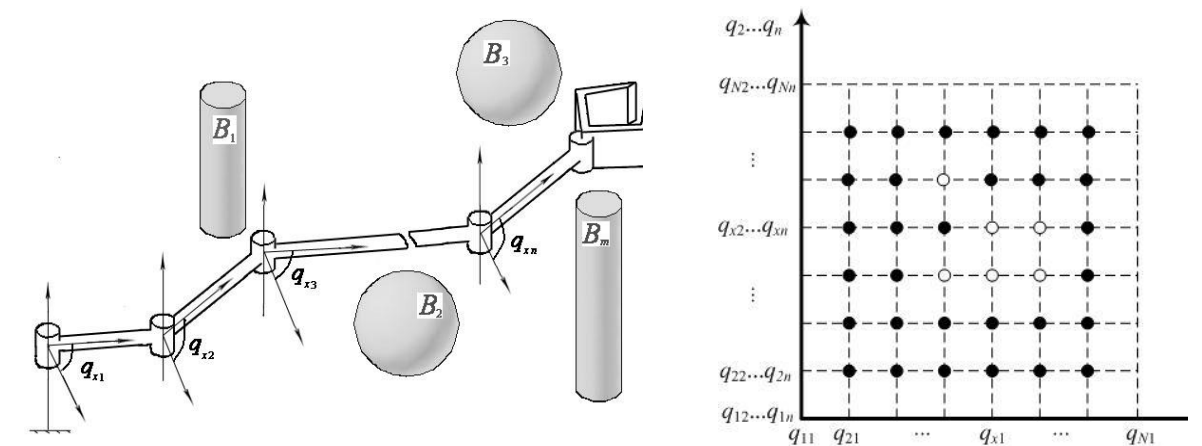


Рис. 1. Робот-манипулятор и его дискретное конфигурационное пространство

Эффективность предлагаемого подхода подтверждается примерами практического применения при синтезе системы управления сборочно-сварочным робототехническим комплексом (РТК).

А. С. АБРАМОВИЧ
Научный руководитель Е. Г. КУЗИН
Ф-л федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Т.Ф. Горбачева» в г. Прокопьевске
Прокопьевск, Россия

Вибродиагностика редукторов горных машин позволяет оценивать фактическое техническое состояние их элементов и совершенствовать систему технического обслуживания и ремонта. Современные горные машины оборудуются частотно регулируемыми приводами, что, во-первых, снижает динамические нагрузки на элементы привода, а во вторых позволяет лучше управлять технологическим процессом добычи и транспортировки полезного ископаемого.

Особенностью приводов с регулируемой частотой вращения является зависимость вибрации от частоты вращения приводного двигателя [1]. При уменьшении частоты вращения привода в два раза, амплитуда вибрации может изменяться более чем в пять раз (рис. 1).

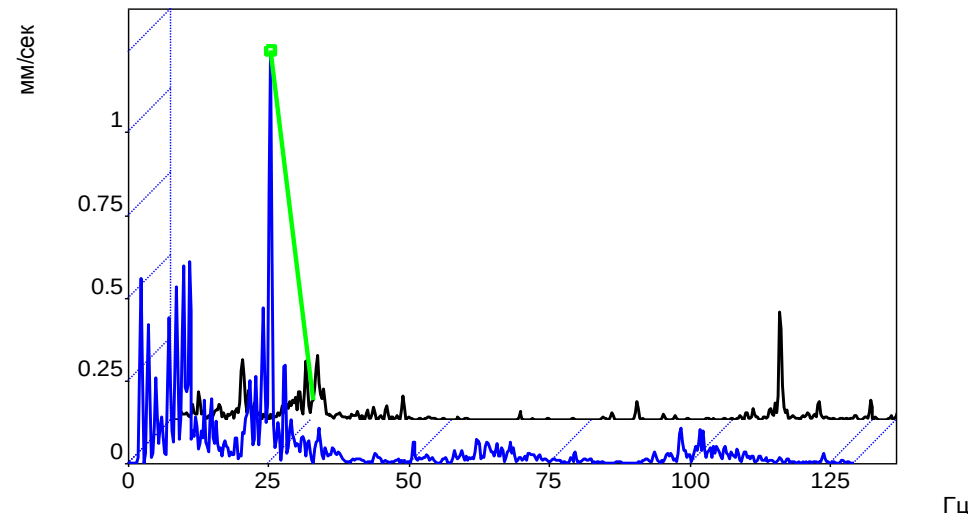


Рис. 1. Сравнение спектров вибрации при разных частотах

Таким образом, применение стационарных опорных масок, оказывается недостоверным. Возникает необходимость создания «плавающих» опорных масок, для каждой из возможных частот вращения редуктора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герике, Б. Л. Распознавание технического состояния редукторов горно-транспортного оборудования / Б. Л. Герике, В. И. Клишин, Е. Г. Кузин // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. – 2017. – № 3. – С. 184–192.

В. Г. ВОЛКОВА
Научный руководитель С. М. ГОРЯЧЕВА, канд. экон. наук, доц.
Витебский ф-л учреждения образования федерации профсоюзов Беларуси
«МЕЖДУНАРОДНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИТСО»
Витебск, Беларусь

Переход на инновационный путь развития для белорусской экономики сегодня очень важен. При этом повышение ее конкурентоспособности возможно лишь при условии целенаправленной разработки и формирования национальной инновационной системы, рыночной трансформации действующего научно-технического потенциала Беларуси с ориентацией на мировые тенденции в инновационной сфере, при обязательном учете собственных особенностей и интересов.

Главной особенностью экономики, вставшей на инновационный путь развития, является активная деятельность по внедрению в реальную практику новаций, что ведет к значительному увеличению доли инновационной продукции в общем объеме продукта, повышает конкурентоспособность самого продукта, а также предприятия и страны в целом, обеспечивает прогрессивный вектор ее динамики. Второй особенностью современной инновационной экономики является инновационная непрерывность. Это обусловлено тем, что в глобализирующейся экономике, работающей с использованием современных информационных сетей, новое очень быстро становится известным и скопировать, повторить его даже на другом континенте – дело короткого времени. Третьей особенностью современной инновационной экономики следует считать ее тотальность. Инновация требует изменения организации производства, изменения дизайна, изменения маркетинга, изменения в управлении, в мотивации и т.д.

Большая роль в инновационном развитии экономики отводится логистике, во всех сферах ее деятельности, в т. ч. внешнеэкономической. Современные тенденции глобализации и интеграции приводят к увеличению объемов внешней торговли и, как следствие, росту товарных потоков. Выгодное географическое положение Республики Беларусь предопределило прохождение через ее территории транснациональных транспортных коридоров между Европой и Азией. Ускорение продвижения товарных потоков без ущерба для безопасности поставок, требует повышения эффективности таможенного контроля при одновременном сокращении его продолжительности.

В. Г. ВОЛКОВА

Научный руководитель С. М. ГОРЯЧЕВА, канд. экон. наук, доц.
Витебский ф-л учреждения образования федерации профсоюзов Беларуси
«МЕЖДУНАРОДНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИТСО»
Витебск, Беларусь

Инновационная деятельность в любом государстве является важнейшим индикатором развития общества и его экономики. Таможенная логистика является составной частью инновационной экономики в Республики Беларусь. Она объединяет две различные, но взаимосвязанные сферы деятельности – логистическую и таможенную деятельность. Таможенная деятельность осуществляется структурными подразделениями Государственного таможенного Комитета, которые проводят большую работу по модернизации систем, осуществляющих информационную поддержку и автоматизацию таможенных операций.

Логистическая деятельность обеспечивает доставку грузов между странами, и направлена на оптимизацию ВЭД. Она связана с заполнением таможенных деклараций, включая экспортную оценку грузов, документальную подготовку и др. Прогрессивным направлением в этой деятельности является электронное декларирование товаров, которое предполагает реализацию следующих задач:

- 1) внедрить в практику международной торговли электронный документооборот;
- 2) создать систему электронного документооборота в области нетарифного регулирования;
- 3) сформировать электронную систему учета движения таможенных платежей;
- 4) разработать соответствующую нормативную правовую базу.

Одна из основных задач Концепции таможенного оформления в Беларуси – это распространить безбумажную технологию на все таможенные процедуры. Долгосрочная цель – полная автоматизация таможенных процедур и высокая скорость оформления товаров.

Таким образом, дальнейшее совершенствование таможенного оформления должно осуществляться за счет полномасштабного внедрения системы электронного декларирования. Возможность реализации данной инновации должна быть обеспечена путем создания качественно новых информационных технологий, программных средств и технических продуктов. Для реализации задач по организации эффективного таможенного администрирования должен стать принцип партнерских отношений между таможенной службой и предпринимательским сообществом, базирующийся на доверии и прозрачности.

В. В. БЕГАН

Научный руководитель А. В. ЛОКТИОНОВ, д-р техн. наук, проф.
Учреждение образования
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Витебск, Беларусь

Для вписывания исполнительного механизма (рис. 1) в конструкцию машинного агрегата следует установить траекторию движения звеньев механизма и их положения, определяющего габаритные размеры механизма.

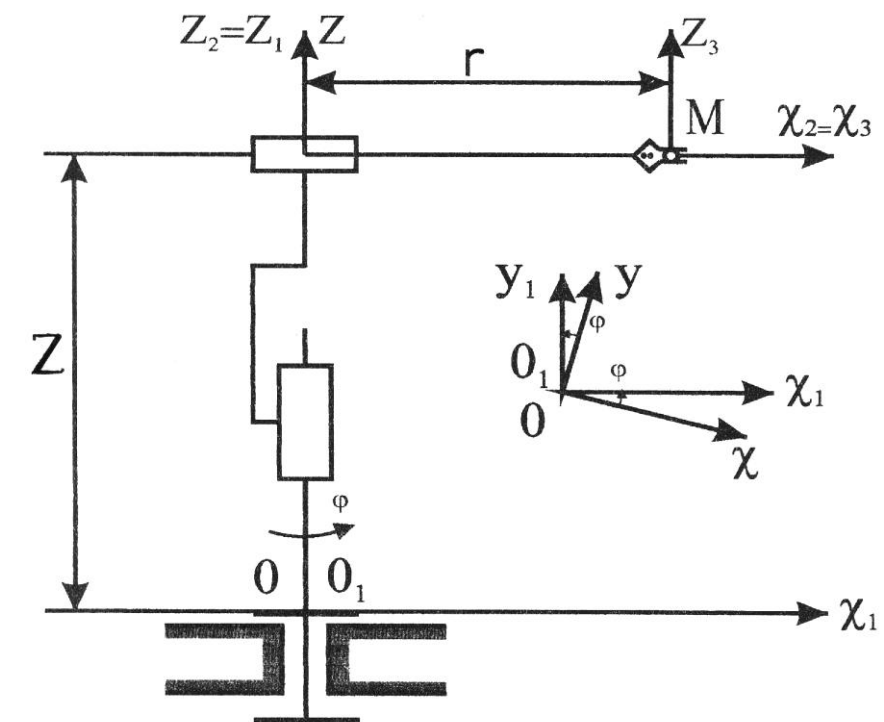


Рис. 1. Кинематическая схема робота с тремя степенями подвижности в цилиндрической системе координат

Установлено, что при заданных $\varphi(t)$, $z(t)$, $r(t)$ уравнения траектории центра схвата в параметрической форме имеют вид: $x = r \cos \varphi$, $y = r \sin \varphi$, $z = z$. При заданных $x = x(t)$, $y = y(t)$, $z = z(t)$ уравнения траектории центра схвата в параметрической форме имеют вид: $r = x \cos \varphi + y \sin \varphi$, $\varphi = \arctg(y/x)$, $z = z$. Полученные уравнения позволяют построить траекторию центра схвата как при заданных $\varphi(t)$, $z(t)$, $r(t)$, так и при $x = x(t)$, $y = y(t)$, $z = z(t)$.

УДК 796

ПРОЦЕСС ВОССТАНОВЛЕНИЯ В ПЕРИОДИЧНОСТИ
СПОРТИВНЫХ ТРЕНИРОВОК КАК НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ
ПРИ ПОДГОТОВКЕ АРМРЕСТЛЕРОВ

М. Л. БУДАЕВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В процессе тренировок в армрестлинге возникает вопрос правильного дозирования нагрузки для спортсмена. На тренировках по армрестлеру необходимо работать в зоне субмаксимальных и максимальных физических нагрузок, что повышает тренированность и существенно увеличивает силовые показатели в конкретных движениях. Прогресс достигается за счет качественного изменения костного, связочного и мышечного аппаратов, а также изменений в работе внутренних органов и центральной нервной системы. Однако, длительная работа в режиме усиленных физических нагрузок повышает риск быстрого износа всех жизненно важных систем организма спортсмена и приводит к возникновению профессиональных заболеваний либо травм, которые впоследствии существенно снизят результативность тренировок либо заставят и вовсе закончить с соревновательной деятельностью.

В армрестлинге связки и сухожилия в процессе тренировок и во время соревнований испытывают запредельные нагрузки, часто происходят надрывы и растяжения. Процесс восстановления после таких повреждений, как правило, занимает от одного месяца, в случае незначительных повреждений, до года, в случае более серьезных травм. Если приступить к тяжелым тренировкам раньше, чем произойдет восстановление, можно ухудшить состояние спортсмена и возникнет риск получения более серьезных травм – вплоть до отрыва сухожилий либо разрыва связок.

Календарный год спортсмена армрестлера можно условно разделить на период специализированных тренировок, предсоревновательную подготовку, соревновательный и после соревновательный период восстановления.

Период специализированных тренировок характеризуется: работой над слабыми местами; тренировками, направленными на развитие определенных качеств. Данный период характеризуется наибольшей длительностью, как правило от 120 до 240 дней в течение года. Организм в этом периоде адаптируется к выполнению базовых и специальных упражнений. Происходит рост тренированности и подготовка организма армрестлера к работе субмаксимальными весами в период предсоревновательной подготовки, которая длится в зависимости от

УДК 338.012

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ
В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А. М. ВАСИЛЕНКО

Научный руководитель С. В. ИГНАТОВ, канд. техн. наук, доц.
Академия управления при Президенте Республики Беларусь
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На сегодняшний день важным направлением сотрудничества в рамках государственно-частного партнерства является развитие взаимоотношений государственного и частного капитала в сельском хозяйстве, энергетике и в пищевой промышленности, так как это наиболее приоритетные направления для общества и государства.

В рамках реализации различных государственных программ осуществляется модернизация пищевых производств и внедряется передовой опыт по производству продукции. Однако, в связи с некоторым отсутствием знаний, навыков и опыта применения новых технологий по переработке побочных продуктов ("отходов") промышленности финансирование данного направления считается рискованным и не осуществляется. Выходом в данной ситуации может послужить взаимодействие государства и частного партнера, которое создаст предпосылки для повышения уровня переработки сельскохозяйственного сырья, укрепления продовольственной безопасности нашей страны.

Реализация инвестиционных проектов по переработке побочных продуктов пищевого производства таких как свекловичный жом, меласса, послеспиртовая барда и другие в значительной степени позволят улучшить экологическую ситуацию в регионе размещения предприятия, сократить затраты на энергоресурсы, посредством применения альтернативных источников и получить дополнительную прибыль.

Так, в мировой практике уже в достаточном количестве применяются технологии по переработке послеспиртовой барды, в результате чего получают сухие барды, применяемые как кормовые добавки с высоким содержанием протеина, сухие кормовые дрожжи, биогаз, используемый для отопления, обогрева и электроснабжения. Ежегодное потребление сухой барды в мире составляет порядка 50 млн т, в США порядка 40 млн т, ЕС – 3,5–4 млн т, Китае – 1,5 млн т. По данным сайта Американского зернового союза экспортная цена на барду в сентябре–ноябре 2015 г. составляла 180–190 долларов за т. Таким образом, переработка побочных продуктов пищевого производства, являющимися отходами основного технологического процесса, позволит повысить рентабельность предприятий и их экономическую эффективность.

УДК 336.717.061
 ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВАЛЮТНО-ОБМЕННЫХ ОПЕРАЦИЙ
 КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА

В. Д. БОНДАРЕВА

Научный руководитель Т. Н. ПАНКОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
 «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Политика банка по увеличению доходов от валютно-обменных операций включает в себя несколько основных составляющих (рис. 1).

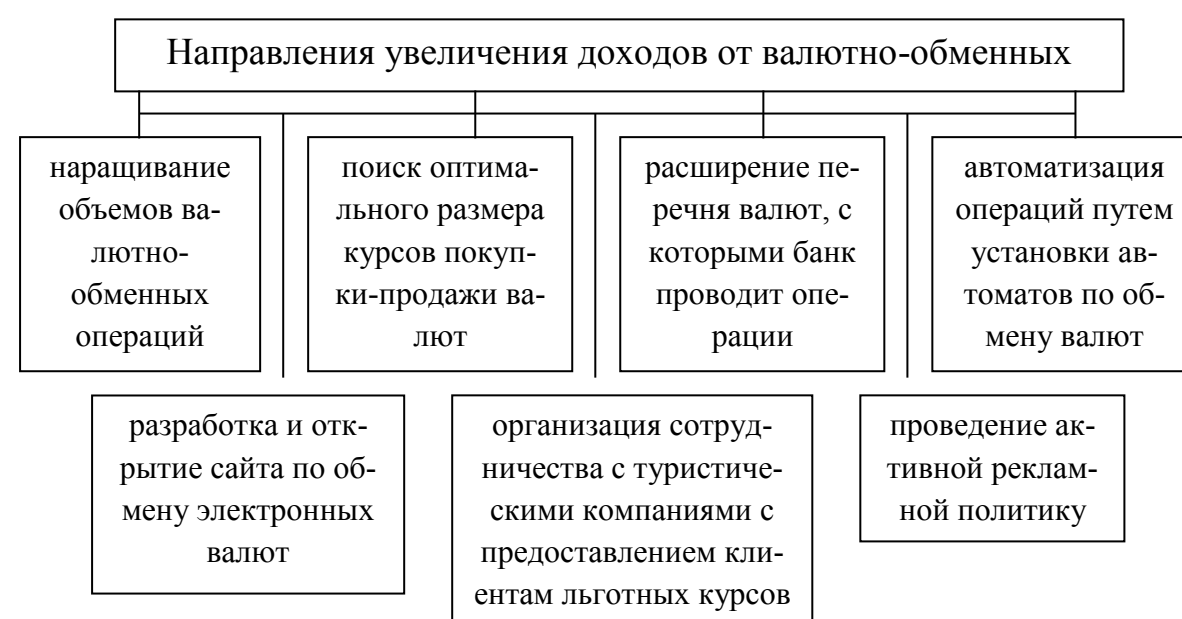


Рис. 1. Направления развития валютно-обменных операций банка

Основным инструментом влияния на величину доходов от валютно-обменных операций банка является изменение курсов покупки-продажи иностранных валют. Банку необходимо найти оптимальное значение обменных курсов, позволяющее увеличить доходность операций.

Помимо этого необходимо расширить перечень валют, с которыми банк проводит валютно-обменные операции, например, с польским злотым, армянским драмом, туркменским манатом и другими валютами.

Важным направлением совершенствования валютно-обменных операций является разработка и открытие сайта по обмену электронных валют. Здесь пользователи электронных платежных систем смогут быстро и выгодно обменять друг на друга наиболее часто используемые в интернете электронные валюты: Webmoney, E-Gold, Яндекс.деньги.

Таким образом, эти направления позволят увеличивать количество клиентов банка и сохранять свои позиции на банковском рынке.

индивидуальных особенностей спортсмена 30–60 дней. В конце данного периода за 7–14 дней происходит снижение интенсивности тренировок, что позволяет выйти на близкую к максимальной функциональную форму в соревновательный период, длительность которого составляет обычно от 1–2 дня.

В связи с длительной работой в стрессовом режиме, часто сопряженной со сгонкой веса, происходит истощение организма. Нервная система, системы органов, опорно-двигательный аппарат длительное время подвергался экстремальным нагрузкам. Спортсмен нуждается в восстановлении. Приходит время после соревновательного периода, восстановление должно длиться от 30 до 60 дней в зависимости от состояния спортсмена. Происходит восстановление внутренних резервов организма. От спарринга в этом периоде лучше воздержаться. Характерно некоторое снижением силовых показателей, которые при возобновлении тренировок быстро приходят в норму. В данном периоде необходима смена характера тренировок. Большая часть тренировочного процесса должна протекать в аэробном режиме, в сочетании со специальными упражнениями, выполняемыми со средними весами и характеризующиеся не высокой интенсивностью. Повышение интенсивности тренировок происходит незадолго до перехода в период специализированных тренировок. В начале работа ведется в много повторном режиме со средними отягощениями. Периодичность тренировок позволяет добиться: стабильного прироста спортивного мастерства; регулировать и подводить спортивную форму к соревнованиям; избегать переутомления и истощения организма; минимизировать риск получения травм; успешно выступать на соревнованиях, показывая высокие результаты.

П. Н. ГРОМЫКО, В. Л. ЮРКОВА, Д. Я. ЯКУБОВИЧ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В настоящее время подъемно-тяговые устройства, в т. ч. лебедки, широко применяются в различных областях техники, причем потребность в данных устройствах растет постоянно. Важным элементом лебедки является механическая передача, предназначенная для получения требуемого тягового усилия. От выбора типа механической передачи зависят во многом, как технико-экономические показатели, так и габаритные размеры лебедки.

В университете была разработана ручная лебедка на основе передачи с внутренним эксцентриково циклоидальным зацеплением. Конструктивной особенностью указанной выше передачи является наличие расположенных под углом 60° друг относительно друга трех сдвоенных эксцентриков ведущей шестерни. Общий вид такой передачи представлен на рис. 1.

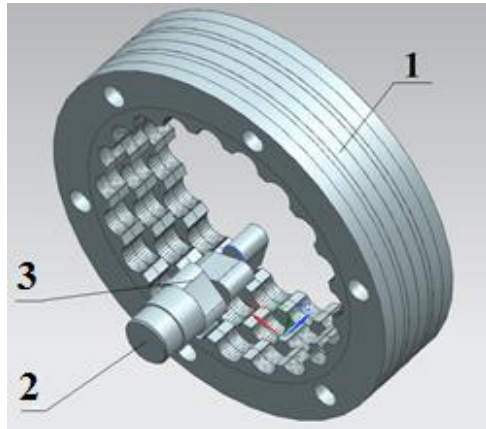


Рис. 1. Общий вид передачи с внутренним эксцентриково циклоидальным зацеплением

Основу лебедки на базе передачи с внутренним эксцентриково циклоидальным зацеплением составляют сборное ведомое колесо 1, ведущая шестерня 2, представляющая собой набор в осевом направлении сдвоенных эксцентриков 3, повернутых друг относительно друга на угол 60° . Колесо 1 состоит из трех дисков с внутренним циклоидальным зацеплением, повернутых друг относительно друга на угол 6° .

Результаты исследования компьютерной модели лебедки позволили оценить значения КПД эксцентриковой передачи, среднее значение которого составляло 95 % при передаточном отношении, равном 10.

А. В. БОЛЬШАКОВА
Научный руководитель С. М. ГОРЯЧЕВА, канд. экон. наук, доц.
Витебский ф-л учреждения образования федерации профсоюзов Беларуси
«МЕЖДУНАРОДНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИТСО»
Витебск, Беларусь

В настоящее время инновационная экономика является актуальным звеном в развитии общества, так как при прочих равных условиях, приносит прибыль, что благоприятно сказывается на доходах организаций и отдельных физических лиц. В долгосрочной перспективе без инновационной деятельности невозможно дальнейшее развитие предприятий, однако, существует ряд проблем, которые влияют на переход большинства организаций страны к инновационной экономике.

Известно, что в хозяйственной практике имеет место использование преимуществ для отраслевых государственных предприятий во многих сферах деятельности, в том числе и в разрезе логистики. Это приводит к монополизму, устранению конкуренции, отсутствию иностранных инвестиций, высоким ценам либо, наоборот, демпингу и отсутствию выбора у потребителя. Необходимо учесть такой фактор как высокая скорость принятия решений, а значит, право каждого работника ошибаться и принимать на себя риски. К сожалению, в условиях государственной собственности и сложившейся практики штрафов это усложняет процесс развития инновационной экономики.

Создаются хорошие условия для развития бизнеса: упрощенная система налогообложения, простота регистрации и многое другое, что позволяет сегодня достичь успеха в данном направлении, в котором работают сотни белорусских инновационных предприятий. Прежде всего, они сосредоточены в ИТ-секторе. Важно создавать условия для стартапов, чтобы сформировать экосреду, стимулировать экспорт и предотвратить утечку мозгов. Нужно ориентироваться на опыт мировых открытий и перспективных технологических инноваций, к которым стоит присмотреться логистическим операторам и быстро реагировать на эти тенденции, внедряя новейшие технические достижения. Наиболее перспективными из них являются расширение EDI-коммуникаций и RFID, внедрение роботов и дронов.

Таким образом, роль инновационной экономики в развитии общества незаменима, так как ее цель – улучшение всех отраслевых направлений, не исключая логистику, что в свою очередь генерирует рост уровня жизни населения.

И. А. АЖАМАН
ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
И АРХИТЕКТУРЫ
Одесса, Украина

Развитие строительства в сельской местности в значительной степени зависит от эффективной государственной политики. В связи с этим актуальным является совершенствование нормативно-правовой базы касательно стимулирования уменьшения негативного воздействия на окружающую среду – принятие документов, активизирующих использование альтернативных источников энергии, а также вторичного сырья. Стимулирование использования возобновляемых источников энергии (энергия солнца, воздуха, воды, земли и т.п.) предлагается осуществлять путем:

- упрощения механизма получения разрешений на использование таких ресурсов и компенсации стоимости электроэнергии;
- стимулирования производства экологически чистой продукции;
- информационной поддержки процесса экологизации строительства;
- упрощения и повышения прозрачности механизмов сертификации строительной продукции в сельской местности;
- образовательной поддержки;
- совершенствования системы контроля экологической безопасности производства материалов, использования технологий;
- поддержки деятельности научно-исследовательских учреждений, работающих над созданием экобезопасных строительных материалов;
- содействия распространению ведущего отечественного и зарубежного опыта организации экологически чистого производства строительной продукции, ведению «зеленого строительства».

Большое значение в содействии развитию строительства в сельской местности также имеют органы местного самоуправления, экологическая политика которых должна базироваться на результатах предыдущего экологического анализа сельской территории и учитывать действие следующих факторов: уровень ресурсного обеспечения территории; природно-климатические и почвенно-ландшафтные условия конкретной территории; количество и размещение на территории сооружений промышленного и гражданского назначения, особенности их деятельности по загрязнению окружающей среды; уровень развития инженерно-технического обеспечения сельской местности; доступность технологий и материалов «зеленого строительства» для сельских хозяйствующих субъектов.

Л. Г. ДОКОНОВ, В. М. ШИМУКЕНУС
Научный руководитель П. Н. ГРОМЫКО, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Так как планетарная прецессионная передача фрикционного типа относится к классу механических передач, то она должна обеспечивать следующие характеристики:

- постоянство передаточного отношения, т. е. коэффициент падения скорости не должен превышать 2%;
- должна быть силовой, т. е. минимальное значение крутящего момента на выходном валу должно превышать значение $5 \text{ Н} \cdot \text{м}$;
- простоту структурной схемы передачи, а также механизма создания прижатия контактирующих фрикционных поверхностей;
- широкий диапазон передаточных отношений (10–500);
- относительно высокое значение КПД (не менее 60 %).

Одним из основных показателей, определяющих качество работы механической передачи, является кинематическая погрешность передачи.

Следующим по важности для механических передач показателем является КПД, который не только определяет энергетические потери в звеньях передачи, но и является косвенным показателем для оценки ее ресурса работы. Передачи с низкими значениями КПД не могут претендовать на высокие показатели долговечности.

Передаточное отношение планетарной прецессионной передачи фрикционного типа обеспечивается путем подбора угла наклона кривошипа к оси входного вала (угла нутации θ), а также угла конуса сателлита γ . Имея в качестве исходных данных при проектировании – передаточное отношение, необходимо определить оптимальные значения указанных выше углов.

Изменение значений углов нутации и угла конуса приводят к изменению габаритных размеров передачи, поэтому данный параметр также должен учитываться при оптимизации значений углов. При этом необходимо оптимизацию приводить при разных значениях силы прижатия фрикционных поверхностей.

Для установления оптимальных параметров использовалось моделирование в среде системы твердотельного моделирования SolidWorks с использованием системы COSMOSMotion.

Для определения оптимальных параметров были разработаны че-

тыре варианта передачи, обеспечивающие требуемое передаточное отношение 135. Эти варианты отличались углом наклона сателлита: 0,5°, 1°, 2° (см. рис. 1) и 3° и соответствующим им углом конуса сателлита 40°, 22°, 12° и 8°.

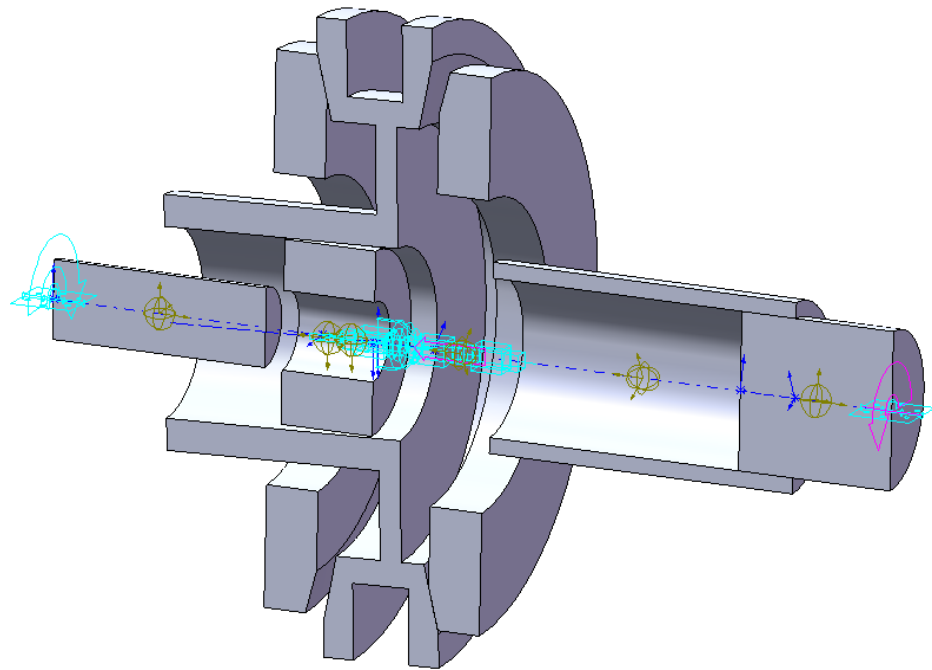


Рис. 1. Модель передачи с углом наклона сателлита 2°

Визуальный анализ моделей, позволяет сделать вывод, что с точки зрения критерия минимальных габаритных показателей наиболее предпочтительной была бы схема, обеспечивающая передаточное отношение при угле наклона сателлита 3° и угле конуса 8°. Однако, при выборе оптимальных значений угла наклона сателлита и угла конуса фрикционных дисков необходимо также учитывать и такие показатели передачи как КПД и плавность вращения выходного вала передачи.

Исследования передачи проводились при значении момента на выходном валу 50 Нм. Частота вращения ведущего вала передачи составляла 1000 мин⁻¹. Заданное время работы передачи составляло 2 с. Было установлено, что передача работоспособна, если сила прижатия центрального колеса пружинной имеет значение не менее 1000 Н. Исследования проводились при значениях силы прижатия контактирующих поверхностей от 1000 до 2000 Н.

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что наиболее предпочтительным вариантом передачи является вариант с углом нутации 1°. Он отличается минимальной накопленной кинематической погрешностью, при этом, если сила прижатия фрикционных поверхностей составляет 1000 Н, обеспечивается высокая плавность вращения выходного вала и довольно высокое значение КПД (0,86).

плового потока, Вт/м², которую рекомендуется определять на внутренней поверхности ограждения.

За итоговое значение величины R_6 рекомендуется принимать среднее значение R_6^{cp} , полученное по результатам нескольких тепловых измерений.

Расчет термического сопротивления требуемого участка ограждающей конструкции (например, аномальной зоны) $R_{тр}$ выполняется так:

$$R_{тр} = R_6^{cp} \frac{\tau_n^6 - t_n}{\tau_n^{тр} - t_n}, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}, \quad (4)$$

где R_6^{cp} – среднее термическое сопротивление реперной зоны, м²·К/Вт; τ_n^6 – температура наружной поверхности в реперной зоне, °С; $\tau_n^{тр}$ – температура наружной поверхности на требуемом участке ограждающей конструкции, °С; t_n – температура наружного воздуха, °С.

Для сравнения с нормируемым (согласно СП 50.13330.2012) или проектным значением далее вычисляется сопротивление теплопередаче при расчетных температурных условиях:

$$R_0 = R_{тр} + 0,115 + 0,043, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}. \quad (5)$$

Авторский способ количественного анализа термограмм основан на тепловизионной съемке отопительного прибора с его подводками и последующем определении фактического массового расхода теплоносителя.

Фактический расход теплоносителя через отопительный прибор может быть вычислен по уравнению:

$$G = 0,86\alpha \frac{t_{cp} - t_b}{t_{вх} - t_{вых}} F, \text{ кг/ч}, \quad (6)$$

где 0,86 – переводной коэффициент; α – средний коэффициент теплоотдачи на внешней поверхности отопительного прибора, Вт/(м²·К).

Для большинства отопительных приборов коэффициент теплоотдачи α известен. Например, для чугунных секционных радиаторов по данным примерно равен 10 Вт/(м²·К); t_{cp} – средняя температура поверхности отопительного прибора, обращенной в помещение, °С; t_b – температура внутреннего воздуха в помещении, °С; $t_{вх}$ и $t_{вых}$ – соответственно максимальная температура поверхностей подающей и обратной подводок к отопительному прибору, °С; F – площадь поверхности нагрева отопительного прибора (определяется по паспортным данным отопительного прибора в зависимости от количества секций), м².

Уравнение (6) связывает между собой охлаждение теплоносителя в отопительном приборе с конвективным обогревом помещения.

А. А. ХОЛМОГОРОВ, Р. А. СМИРНОВ, Е. К. ЗУБКОВ, А. А. БУТУСОВ,
*Ф. Д. КАРПОВ

Научный руководитель Д. Ф. КАРПОВ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«ВОЛОГОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Вологда, Санкт-Петербург, Россия

Согласно ГОСТ Р 54852-2011 количественный анализ тепловых изображений основан на расчете локальных относительных (по отношению к базовому участку) сопротивлений теплопередаче. Значение относительно-го сопротивления теплопередаче $\bar{R}(x, y)$ в выбранной точке на поверхности ограждающей конструкции рассчитывается следующим образом:

– для внутренних обследований:

$$\bar{R}(x, y) = 1 + \frac{\theta(x, y)}{t_b - \tau_b^0 - \theta(x, y)}; \quad (1)$$

– для наружных обследований:

$$\bar{R}(x, y) = 1 + \frac{\theta(x, y)}{t_n - \tau_n^0 - \theta(x, y)}, \quad (2)$$

где $\theta(x, y)$ – разность между температурой $\tau(x, y)$ изотермы, проходящей через точку с координатами x и y на соответствующей поверхности ограждающей конструкции, и температурой поверхности базового участка τ_0 , °С; t_b и t_n – соответственно температура внутреннего и наружного воздуха в зоне исследуемого фрагмента, °С; τ_b^0 и τ_n^0 – соответственно температура поверхности базового участка при внутренних и наружных обследованиях, °С.

Согласно МДС 23-1.2007 расчет термического сопротивления в реперных зонах (базовых участков) R_0 проводится по результатам измерения температур и плотностей теплового потока соответствующими измерительными приборами:

$$R_0 = \frac{\tau_b^0 - \tau_n^0}{q}, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}, \quad (3)$$

где τ_b^0 и τ_n^0 – соответственно температура внутренней и наружной поверхностей ограждающей конструкции в реперной зоне, °С; q – плотность те-

К. В. ДОМАСЕВИЧ

Научный руководитель Я. А. СОЛОВЬЕВ, канд. техн. наук, доц.
ОАО «ИНТЕГРАЛ – управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ»
Минск, Беларусь

Технологический процесс монтажа кристаллов интегральных схем (ИС) представляет собой серию последовательных операций: транспорт корпусов в кассетах и пластин с разделёнными кристаллами на ленте-носителе в рабочую зону, нанесение токопроводящего клея на посадочную площадку корпуса, идентификация годного кристалла и взятие его с платины, посадка кристалла в корпус.

В современных установках лимитирующим фактором остается процесс нанесения клея. Уровень автоматизации и точности механизмов на всех других этапах монтажа позволяет добиваться производительности более 15000 приборов в ч. Скорость же процесса нанесения клея главным образом зависит от свойств клея (вязкости), площади кристалла (рисунка нанесения). Также имеет место ограничение по равномерности и воспроизводимости – при увеличении скорости вследствие капиллярных явлений и инертности поверхностных состояний, образуются клеевые «хвосты», которые могут достигнуть траверса и привести к отказам.

С целью определения оптимальных режимов работы на установках монтажа кристаллов 2100xP Plus ф. Besi, была проведена серия отсеивающих экспериментов по выявлению факторов, определяющих производительность процесса без ухудшения по качеству. Использовался серебрясодержащий клей ф. Ablebond.

Было зафиксировано три состояния по количеству наносимого клея, определяемого давлением, имитирующее необходимое его количество для условно малых, средних и больших размеров кристалла. Для каждого из состояний строились по две временных зависимости и отмечался момент появления «хвостов». В первом случае варьировался параметр «print time», а во втором «speed to dispense wait height», определяющих время выдавливания клея и скорость на одном из этапов отхода капилляра после нанесения. На основании полученных данных были сформулированы рекомендации по выбору режима с соответствующими параметрами для достижения максимальной производительности в зависимости от размеров обрабатываемого кристалла. После апробации на реальных ИС, данные были экстраполированы и представлены в виде диаграммы для кристаллов с линейными размерами от 0,5 до 25 мм.

А. В. ДОРОЩЕНКО
Научный руководитель А. М. ШАХЛАЙ, д-р пед. наук, проф.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ»
Минск, Беларусь

Дзюдо – боевое искусство, философия и спортивное единоборство без оружия. В отличие от бокса, карате и других ударных стилей единоборств, основой дзюдо являются броски, болевые приёмы, удержания и удушения в партере.

Дзюдо базируется на трёх главных принципах: взаимная помощь и понимание для достижения большего прогресса; наилучшее использование тела и духа; и поддаться, чтобы победить.

В настоящее время параллельно развиваются так называемое традиционное дзюдо и спортивное дзюдо, соревнования по которому проводятся на международном уровне и входят в программу Олимпийских Игр. Так как дзюдо Олимпийский вид спорта, то предусматривается комплексный подход в подготовке дзюдоистов с использованием различных средств, в т. ч. и технических.

В зависимости от индивидуальной физической подготовки дзюдоистов в университете используются различные технические средства:

– эллиптический тренажёр – даёт нагрузку на ноги, руки и спину, тренирует сердце, не даёт ударной нагрузки на суставы, способствует развитию силовой и скоростной выносливости у занимающихся;

– т-тяга с упором на ноги CB-10 Wuotan – предназначен для проведения качественных тренировок внутренней, наружной части спины, а также рук. Способствует развитию скоростно-силовых качеств и взрывной силы;

– канат для функционального тренинга «канат для кроссфита» – компактность снаряжения, разнообразие упражнений и возможность совмещать кардио- и силовые тренировки. Тренировка с канатами эффективно тренирует: аэробную выносливость, силовую выносливость, взрывную силу, силу хвата.

– тренажёр Гаккеншмидта – это силовой тренажёр, предназначенный для изолированного развития мышечной ткани ног и ягодиц.

Таким образом, вариативность применения технических средств в подготовке дзюдоистов, в зависимости от индивидуальных способностей спортсмена, приводит к улучшению спортивных результатов.

К. П. СУЛИМ, А. Е. ФОМИН
Научный руководитель Е. В. ФОМИНА, канд. техн. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. Шухова»
Белгород, Россия

Строительный комплекс потребляет колоссальное количество природных ресурсов, вызывая дисбаланс природной среды. В производственный процесс вовлекается лишь часть добываемой породы, большая часть не находит применения и загрязняет огромные площади земель в виде отвалов. Одним из эффективных методов решения сложившейся проблемы является интенсивное использование техногенных отходов в виде «вторичных ресурсов», позволяющих получать новые эффективные материалы. На сегодняшний день уже предложены рациональные решения использования техногенного сырья при создании флокулянтов-коагулянтов с высокой степенью очистки водных растворов [1], комплекса модифицирующих добавок [2] в качестве сырья и добавок для получения сухих строительных смесей и строительных изделий с улучшением их физико-механических свойств и сокращением расхода дорогостоящего цемента [3]. В комплексе это решает технологические, технические и экономические задачи, а также позволяет восстановить нарушенный человеком баланс между биосферой и техносферой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Суханов, Е. В.** Некоторые особенности коагуляционной очистки воды с помощью пыли электросталеплавильного производства [Текст] / Е. В. Суханов [и др.] // Экология и промышленность России. – 2017. – № 1. – С. 24–29.
2. **Тарасова, Г. И.** Влияние модифицирующих добавок на реологические свойства суспензий хвостов обогащения железистых кварцитов [Текст] / Г. И. Тарасова [и др.] // Вестн. Казан. технол. ун-та. – 2016. – Т. 19. – № 22. – С. 70–72.
3. **Свергузова, С. В.** Получение декоративных штукатурных смесей на основе хвостов обогащения железистых кварцитов [Текст] / С. В. Свергузова [и др.] // Вестн. Казан. технол. ун-та. – 2016. – Т. 19. – № 23. – С. 144–148.

УДК 543.421:504.521:543.3
ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В
ПОЧВАХ АТОМНО-АБСОРБЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Ю. Г. СТЕПАНЮК
Научный руководитель Н. И. ЗАЯЦ, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Стремительное развитие научно-технического прогресса привело к загрязнению окружающей среды, которое по своим масштабам и значению относится к ряду глобальных проблем современности. Среди многочисленных загрязнителей по степени опасности и токсичности особое место занимают тяжелые металлы (ТМ).

Для контроля за содержанием ТМ используют атомно-абсорбционный метод в соответствии с методическими указаниями по определению ТМ в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства Центрального научно-исследовательского института агрохимического обслуживания сельского хозяйства (ЦИНАО).

Целью работы является валидация методики количественного определения содержания подвижных форм ТМ (Pb, Cd, Cu, Zn) в дерново-карбонатных и дерново-подзолистых почвах юго-запада Беларуси.

Экспериментальные исследования проводили в лаборатории «Биохимии» ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси» на атомно-абсорбционном спектрометре «SOLAAR MkII M6 Double Beam AAS». Для экстракции ТМ из почв использовали 1М HNO₃.

Были валидированы следующие характеристики методики: линейность, точность, правильность (смещение), повторяемость и промежуточная прецизионность, а также неопределенность измерений.

В процессе обработки данных экспериментальных исследований было установлено, что среднее квадратическое отклонение (СКО) результатов, полученных в условиях повторяемости, не превышает 1 % для всех металлов, кроме цинка, для которого СКО составляет 2,5 %. Разброс результатов, полученных в условиях промежуточной прецизионности, не превышает 2 % (для цинка – более 3 %). Смещение результатов, определенное по методу добавок не превышает 1,7 %.

Установлена линейная зависимость с коэффициентом корреляции более 0,99 между концентрацией определяемых элементов в растворе и их абсорбцией.

Полученные показатели точности были использованы для оценки неопределенности измерений. Установлено, что расширенная неопределенность определения свинца не превышает 6 %; Cd – 3 %; Cu – 4 %; Zn – 7,5 %.

УДК 631.358.42
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛАСТИЧНЫХ ШНЕКОВ

С. З. ЗАЛУЦКИЙ, Р. Б. ГЕВКО, С. В. СИНЬ
ТЕРНОПОЛЬСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. И. ПУЛЮЯ
ТЕРНОПОЛЬСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ЛУЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Тернополь, Луцк, Украина

Транспортирование зерновых материалов винтовыми конвейерами сопряжено, как правило, с повышенным травмированием. Одним из кардинальных способов решения этой проблемы является использование эластичной винтовой полосы, закрепленной по периферии жёсткого винтового ребра, которое образует основу шнека. Результаты экспериментальных исследований рабочего органа, разработанного согласно такого принципа, показали эффективность его функционирования [1]. Для повышения технологичности конструкции, а также обеспечения быстрого восстановления шнека в случае возникновения поломок, эластичную поверхность рекомендуется выполнять секционной.

В частности, повышенное травмирование транспортируемого материала наблюдается в процессе его вовлечения шнеком во вращательно-поступательное движение в зонах загрузки и перегрузки.

Теоретические расчеты и проведенные экспериментальные исследования позволили определить оптимальные конструктивные и кинематические параметры, а также режимы работы перегрузочного патрубка гибкого винтового конвейера с центральным приводом [2].

Самозагрузку гибкого винтового конвейера обеспечивает специально разработанный патрубок с активными элементами, который устанавливают на нагнетательной технологической магистрали. Результаты исследований эффективности конструкции приведены в работе [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Development and investigation of reciprocating screw with flexible helical surface / R. B. Hevko, S. Z. Zalutskyi, I. G. Tkachenko, O. M. Klendiy // Agricultural engineering. – 2015. – vol. 46, no.2. – P. 133–138.
2. Investigation of a transfer branch of a flexible screw conveyor / R. B. Hevko, M. B. Klendiy, O. M. Klendiy. – 2016. – vol. 48, no. 1. – P. 29–34.
3. Development of design and investigation of operation processes of loading pipes of screw conveyors / R. B. Hevko, R. I. Rozum, O. M. Klendiy. – 2016. – vol. 50, no. 3. – P. 89–94.

В. И. ИЛЬЕНКОВ, А. А. МЕРЗЛОВ
Научный руководитель А. Е. ПОКАТИЛОВ
Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»
Могилев, Беларусь

Проведены экспериментальные исследования трения руки и грифа перекладины в гимнастике. Измерения проводились на наклонной поверхности. Коэффициент трения равнялся тангенсу угла наклона при скольжении тела $f = \operatorname{tg} \alpha$. В табл. 1 приведены расчетные данные.

Табл. 1. Коэффициенты трения

№	Вид контакта	Угол наклона α , град	Коэф. трения
1	Сухая кожа	45–48°	1÷1,11
2	Кожа с магнизией	21–27°	0,38÷0,51

Дальнейшие расчеты проводились на основе решения контактной задачи о сжатии цилиндрических поверхностей с близким радиусом действия (решение И. Я. Штаермана) для силы и момента сил трения:

$$F_{mp} = mfR_{01}; \quad M_{mp} = \frac{1}{2}mfR_{01}d,$$

где m – коэффициент; R_{01} – опорная реакция; d – диаметр грифа, $d=28$ мм.

Расчет выполнен для значения реакции $R_{01} \approx 2700$ Н.

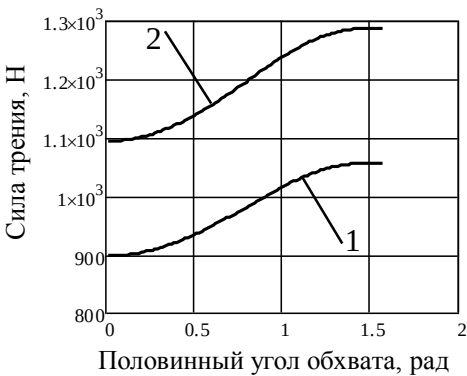


Рис. 1. Изменение силы трения

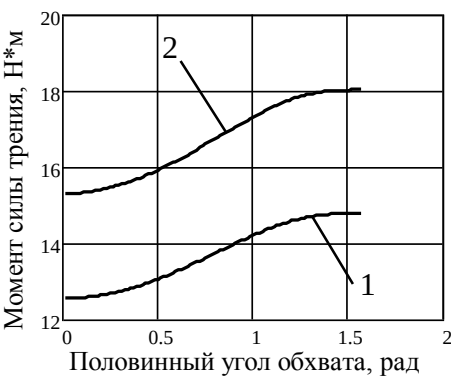


Рис. 2. Момент сил трения

Графики 1 рассчитаны при $f_{\min} = 0,38$, а графики 2 – при $f_{\max} = 0,51$ (рис. 1, 2). Половинный угол обхвата изменяется в интервале $0 < \phi_0 \leq \pi/2$.

Вычислительный эксперимент позволил установить характер изменения силы трения (рис. 1) и моментов сил трения (рис. 2) в контакте руки и опоры, получить их численные значения и определить диапазон, в котором изменяются данные силовые факторы.

И. В. ПОДОРОЖНЯЯ
Научный руководитель С. С. ВЕТОХИН, канд. физ.-мат. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Все чаще на полках магазинов появляются различные жидкие продукты, разлитые в упаковку из комбинированных материалов.

Для каждого вида продуктов, контактирующих с упаковкой, установлены определенные модельные среды, имитирующие пищевую продукцию. Например, в качестве модельных сред, используемых при исследовании упаковки для молочных продуктов, применяют дистиллированную воду и растворы 0,3 %-ной и/или 3,0 %-ной молочной кислоты или лимонной кислоты идентичной концентрации, в случае применения упаковки из пластмасс. Продолжительность контакта упаковки с модельными средами устанавливается в зависимости от условий ее эксплуатации и может достигать 10 суток. Кроме того, необходимо соблюдать определенные температурные режимы при исследовании упаковки. Данная упаковка из комбинированных материалов должна быть герметичной или обеспечивать установленную прочность соединительных швов.

Определения проницаемости упаковки, в том числе и ее соединительных швов, жидких пищевых продуктов возможно простым в применении экспресс-методом – криоскопическим. Точность измерений современных криоскопов составляет $\pm 0,004$ °С. По изменению значений температуры заморозания пищевого продукта можно сделать вывод о герметичности упаковки, в том числе ее швов.

Нами были проведены исследования трех образцов двух отечественных производителей стерилизованного и ультра пастеризованного молока, расфасованных в упаковки трех видов двух известных фирм и помещенных в емкость с водопроводной водой комнатной температуры. Высота жидкости в упаковке не превышала 8,0 см, а длительность выдержки упаковки в воде не превышала 3 ч. Еще два образца стерилизованного молока были изолированы от действия воды – помещены в пищевой пакет, не допускающий контакта потребительской упаковки с водой.

Результаты проведенных нами исследований показали, что применяемые упаковки, в которые были расфасованы молочные продукты, надежно изолировали молоко от посторонних веществ.

О. Г. ПАВЛЮКОВА
Научный руководитель В. В. ГОРЖАНОВ, канд. техн. наук
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Контроль качества бумаги основывается на том, что изначально осуществляется контроль качества предприятием-изготовителем, то есть. непосредственно на бумажной фабрике, а затем входной контроль осуществляет предприятие-потребитель, например, типография. Уровень этих оценок различен, и, как правило, паспортные данные бумаги не соответствуют ее поведению в печатном процессе. Это обусловило актуальность разработки методики оперативной оценки качества бумаги путем контроля показателей качества оттиска на бумаге: оптической плотности оттиска, воспроизведения шрифтов и контраста печати.

Исследования проводились на пяти уровнях, под которыми подразумевали бумагу с различными печатными свойствами. Оттиск получали с использованием струйного принтера EPSON Stylus Color 3000 и пробопечатной машины марки «Korex». Оптическую плотность оттиска определяли по ГОСТ 24356 с помощью спектроденситометра X-Rite 500, воспроизведение шрифтов – с помощью лупы 10^x. Расчет показателей точности проводили в соответствии с СТБ ISO 5725. Результаты представлены в табл. 1.

Табл. 1. Результаты расчета показателей точности

Наименование показателя качества	Диапазон измерений	СКО повторяемости		СКО воспроизводимости	
		«Korex»	EPSON	«Korex»	EPSON
Оптическая плотность оттиска, Б	1,0–1,8	0,418909	0,082009	0,418909	0,092307
Воспроизведение микротекста, мкм	0,4–6,0	0,384696	0,209467	0,441588	0,255756
Контраст печати, Б	0,15–0,40	0,057837	0,026837	0,06666	0,030827

Исходя из результатов расчета показателей точности, можно сделать вывод о предпочтительном использовании EPSON Stylus Color 3000.

Использование данной методики позволит выработать единый подход к оценке качества бумаги для печати со стороны заводов-изготовителей и полиграфических производств, независимо от объемов выпускаемой продукции.

В. И. ИЛЬЕНКОВ, А. А. МЕРЗЛОВ
Научный руководитель А. Е. ПОКАТИЛОВ
Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»
Могилев, Беларусь

При учете влияния спортивного снаряда на технику выполнения упражнения, важнейшим этапом является силовой анализ взаимодействия биомеханической системы (БМС) и снаряда, который является упругой опорой. По результатам вычислительного эксперимента для большого оборота назад на перекладине в спортивной гимнастике построены графики изменения реакции в суставах БМС и на опоре (рис. 1).

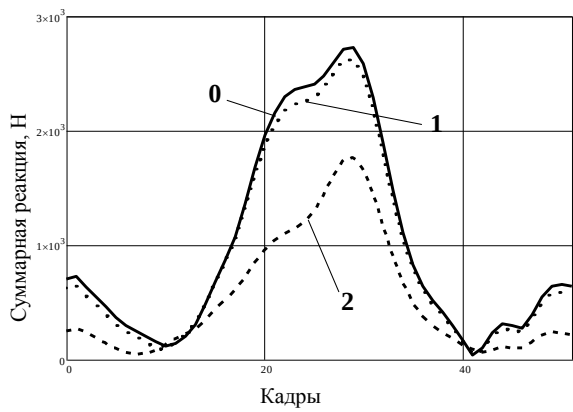


Рис. 1. Реакции в шарнирах БМС: 0 – опорный шарнир; 1 – плечевой сустав; 2 – тазобедренный сустав

На опорную реакцию (график 0, рис. 1) влияет трение в контакте руки с грифом. Исследование трения дает изменение коэффициента трения скольжения в диапазоне $f=0,38\div0,51$ при контакте кожи с металлом с учетом магнезии. Полная реакция $\bar{R}_{01}$ является геометрической суммой нормальной опорной реакции $\bar{N}_{01}$ и силы трения $\bar{F}_{mp01}$. Известно, что полная реакция отклоняется от нормали

на величину угла трения. С учетом этого, запишем

$$R_{01} = \sqrt{N_{01}^2 + F_{mp01}^2} = N_{01} \sqrt{1 + f^2}, \text{ т. к. } F_{mp01} = fN_{01}.$$

Результаты вычислительного эксперимента представим в табл. 1 для следующих коэффициентов трения скольжения: $f_{min} = 0,38$ и $f_{max} = 0,51$. Расчет проведен для максимальной опорной реакции, равной $R_{01} = 2800$ Н по рис. 1.

Табл. 1. Силовой анализ БМС

№	Коэф. трения f	Нормальная реакция N_{01} , Н	Сила трения F_{mp01} , Н
1	0,38	2617,4	994,6
2	0,51	2494,3	1272,1

Таким образом, определено влияние трения на силовое взаимодействие БМС и опоры, и как следствие, на ее деформацию.

УДК 621.831

АНАЛИЗ МЕТОДИК РЕШЕНИЯ КОНТАКТНОЙ ЗАДАЧИ
ТЕОРИИ УПРУГОСТИ

Р. А. КАЛЕНТИОНОК, И. В. КОТОВ

Научный руководитель С. Н. ХАТЕТОВСКИЙ, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В настоящее время для решения контактной задачи теории упругости используется несколько методов. Большинство методов основаны на задаче Фламана, т. е. задаче о действии сосредоточенной силы на прямолинейную границу упругой полуплоскости, или на задаче Буссинеска – задаче о действии сосредоточенной силы на плоскую границу упругого полупространства. При этом в соответствующей контактной задаче всегда кроме прочих допущений присутствует допущение об изначальном контакте тел по прямолинейному или плоскому участку. Это дополнительное допущение делает возможным использование решения задачи Фламана или задачи Буссинеска соответственно, а также необходимо для исключения из контактной задачи бесконечных напряжений, возникающих в точке приложения сосредоточенной силы. Подобный подход приводит к параболическому распределению силы контакта и к равным деформациям (при одном и том же материале) в соответствующих точках границы каждого из контактирующих тел. Очевидно последний результат не соответствует действительности. На основе решения задачи Фламана и задачи Буссинеска построены решения контактных задач Герца и Штаермана. Задача Герца широко используется в технических расчетах, например, в расчетах на контактную прочность зубчатых колес. Таким образом, существующие методики позволяют решать контактную задачу теории упругости лишь для существенно ограниченного ряда случаев, когда радиусы кривизны тел в зоне контакта достаточно велики по сравнению с участками контакта. При больших нагрузках и большой кривизне контактирующих участков, а также при конвексно-конкавном характере контакта указанные выше методики будут давать существенную погрешность. Перспективным на наш взгляд методом решения плоских контактных задач теории упругости может служить метод Винклера. При использовании математического аппарата теории кватернионов, аналогичного математическому аппарату комплексных потенциалов (теория Колосова-Мусхелишвили), данный метод можно использовать и для решения задачи пространственного контакта.

УДК 664:543.632.514.64

ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТОКСИКАНТОВ В СНЭКАХ

О. М. НАЙДЮК, А. В. БУСУМАТОРОВА

Научный руководитель А. Н. НИКИТЕНКО, канд. техн. наук
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Здоровье человека тесно связано с качеством продуктов питания и безопасностью материалов, используемых для их изготовления, поэтому активное внедрение новых технологий требует наиболее тщательного изучения содержания токсичных компонентов. Особое внимание, с точки зрения обеспечения безопасности пищевых продуктов, принадлежит веществам, образующимся в процессе производства. Технологические параметры, используемые в процессе производства, в некоторых случаях могут быть фактором образования ряда токсичных веществ.

Чипсы являются основным видом снежков. Популярность снежков обуславливает требование к обеспечению их безопасности для питания различных возрастных групп. В перечень потенциально опасных соединений, которые могут образовываться в процессе производства снежков, входит акриламид. Поэтому целью данной работы было исследование образования акриламида в снеках. В качестве объектов исследования выбраны картофельные и яблочные чипсы производителей Республики Беларусь и Российской Федерации. Исследования выполняли методом газовой хроматографии на хроматографе «Кристалл-5000» с капиллярной колонкой. Условия хроматографирования включали: изотермический режим при 140 °С в течение 4 мин, затем программированный подъем температуры со скоростью 3 °С/мин до температуры 180 °С, с последующим изотермическим режимом при данной температуре в течение 40 мин, после чего снова программированный подъем температуры со скоростью 3 °С/мин до 240 °С. Экстракцию акриламида осуществляли 1-пропанолом.

В результате проведенных исследований определено отсутствие образования акриламида в яблочных чипсах. В чипсах из картофеля содержание акриламида не превысило 1264 мкг/кг.

УДК 664:543.632.514.64
ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТОДОМ
АТОМНОЙ АБСОРБЦИИ

К. В. ИВАНЕЦ
Научный руководитель А. Н. НИКИТЕНКО, канд. техн. наук
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Наиболее распространенными загрязнителями пищевых продуктов являются токсичные элементы. Ртуть, кадмий, свинец, мышьяк даже в низких концентрациях приводят к нарушению нормальных метаболических функций организма. Вместе с другими элементами, объединенной комиссией ФАО/ВОЗ по пищевому кодексу (Codex Alimentarius), межгосударственным и национальным законодательством их содержание контролируется при выращивании овощей и фруктов, производстве и торговле продуктами питания.

Определение содержания токсичных элементов в пищевой продукции чаще всего выполняют методом атомно-абсорбционной спектроскопии. При невысокой вероятности повышенного содержания массовой концентрации элементов используется метод электротермической атомной абсорбции. Практическое использование метода для определения содержания токсичных элементов ограничено необходимостью определения показателей точности методики, что и стало целью данной работы. Объектами исследования были яблочные чипсы, произведенные по технологии, разработанной Белорусским государственным технологическим университетом.

Экспериментальные исследования проводили в токсикологической лаборатории РУП «Молодечненский ЦСМС». Для проведения исследований разработан план валидации методики определения.

В результате проведенных исследований определено, что среднеквадратическое отклонение, полученное в условиях повторяемости, среднеквадратическое отклонение промежуточной прецизионности не превысили 1 % измеряемой величины. Далее, после расчёта показателей точности методики, рассчитана расширенная неопределенность измерений, которая для токсичных элементов не превысила 0,03 мг/дм³.

УДК 631.358.42
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИНТОВОГО
КОНВЕЙЕРА С ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОЙ МУФТОЙ

А. Н. КЛЕНДИЙ, Р. Б. ГЕВКО
Обособленное подразделение НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
БИОРЕСУРСОВ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ Украины
«БЕРЕЖАНСКИЙ АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»
ТЕРНОПОЛЬСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
Бережаны, Тернополь, Украина

Винтовые конвейеры широко используют при перемещении сыпучих и кусковых материалов в различных производственных процессах. Однако, при транспортировке материалов вследствие наличия зазора между поверхностью вращения шнека и внутренней поверхностью направляющей трубы, могут возникать заклинивания винтового рабочего органа [1, 2]. Для восстановления работоспособности конвейера необходимо отвести в осевом направлении заклиненное ребро шнека от контакта с материалом, и в дальнейшем, после снятия перегрузки, элементы привода должны обеспечить восстановление первоначального положения рабочего органа для дальнейшей транспортировки материала в зону выгрузки.

С целью повышения эксплуатационных показателей винтовых конвейеров разработана предохранительная муфта для винтового конвейера.

По результатам исследований установлено, что расщепление полумуфт происходило при максимальном крутящем моменте, который значительно уменьшается при выходе шариков на наклонные рабочие канавки ведущей полумуфты. Во время движения шариков по рабочим канавкам крутящий момент растет не существенно. В случае движения шариков по наклонным обратным канавкам возникает противоположный момент, однако его значение не превышает момента срабатывания предохранительной муфты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Investigation of a transfer branch of a flexible screw conveyor / R. B. Hevko, M. B. Klendiy, O. M. Klendiy. – 2016. – vol. 48, no. 1. – P. 29–34.
2. Feasibility study of mixture transportation and stirring process in continuous-flow conveyors / R. B. Hevko, B. O. Yazlyuk, M. V. Liubin, O. A. Tokarchuk, O. M. Klendiy, V. R. Pankiv // Agricultural engineering. – 2017. – vol. 51, no. 1. – P.49–58.

УДК 631.358.42
ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ ПО ПОВЕРХНОСТИ ЦИЛИНДРА, КОТОРЫЙ
СОВЕРШАЕТ ПОСТУПАТЕЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ В ВЕРТИКАЛЬНОЙ
ПЛОСКОСТИ

Н. Б. КЛЕНДИЙ
Обособленное подразделение НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
БИОРЕСУРСОВ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ Украины
«БЕРЕЖАНСКИЙ АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»
ТЕРНОПОЛЬСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
Бережаны, Тернополь, Украина

Наклонная плоскость является универсальным конструктивным элементом многих сельскохозяйственных машин [1]. По ней в процессе обработки перемещается технологический материал. Наиболее исследованным является движение частиц по горизонтальной плоскости, которая осуществляет колебательные прямолинейные или круговые движения. Для наклонной плоскости исследования в основном ведутся при ее прямолинейных возвратно-поступательных колебаниях в горизонтальном направлении, в направлении наклона плоскости или в поперечном направлении. При криволинейных колебаниях плоскости, когда все ее точки описывают эллипсы, а сама плоскость имеет наклон, движение технологического материала существенно меняется. Если вместо плоскости взять цилиндр и осуществить аналогичные колебания, то решение задачи на исследование относительного движения частицы по его поверхности существенно изменится.

С целью исследования движения частицы по цилиндру, который осуществляет поступательные колебания в вертикальной плоскости, составленные дифференциальные уравнения позволяют решать задачи на нахождение кинематических параметров движения частицы. Цилиндр может быть расположен горизонтально или под заданным углом к горизонтальной плоскости. Построены траектории движения для различных случаев возвратно-поступательных колебаний цилиндра в прямолинейном направлении. Для поступательных колебаний наклонного цилиндра, когда его точки описывают окружности, может быть случай, что частицы при движении по цилиндру поднимаются вверх. При изменении направления вращения точек цилиндра по кругам частицы будут опускаться вниз, причем скорость опускания будет больше скорости подъема.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Particle motion over the surface of a rotary vertical axis helicoid / S. F. Pylypa, M. B. Klendiy, O. M. Klendiy // Agricultural engineering. – 2017. – vol. 51, no. 1. – P. 15–29.

УДК 66.081.6
ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ЭЛЕКТРОМЕМБРАНЫМ АППАРАТОМ
РУЛОННОГО ТИПА

Н. Н. ИГНАТОВ
Научный руководитель С. В. КОВАЛЕВ, д-р техн. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Тамбов, Россия

Эффективная очистка промышленных сточных вод – проблема, довольно актуальная в настоящее время. Для решения данной проблемы разработана перспективная конструкция электромембранного аппарата рулонного типа.

Данный аппарат состоит из корпуса, перфорированной раствороотводящей трубки с обёрнутыми вокруг нее несколькими многослойными листами мембран и предназначен для разделения растворов под действием градиента давления. За счет качественного и эффективного разделения растворов, его применение возможно во многих видах промышленности.

Типичная схема аппарата рулонного типа была создана в системе автоматического проектирования Autocad 2017 и изображена на рис. 1.

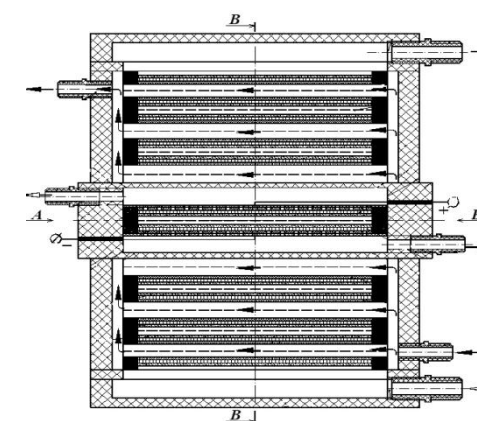


Рис. 1. Электромембранный аппарат рулонного типа

Таким образом, данная схема может быть применена для проектирования аппарата, который, в свою очередь, может быть использован для осуществления процессов мембранной технологии: электроультрафильтрации, электронанофильтрации, электромикрофильтрации и электроосмофильтрации.

УДК 502.502.3(075)

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Н. А. ЖИЛИНСКАЯ

Научный руководитель В. И. ИВАНОВ, канд. экон. наук, доц.
Витебский ф-л учреждения образования Федерации профсоюзов Беларуси
«МЕЖДУНАРОДНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИТСО»
Витебск, Беларусь

Сегодня, на фоне серьезных климатических изменений, предстоящего ввода в эксплуатацию Белорусской атомной электростанции (БелАЭС), технико-экономического обоснования возможного строительства водного пути Е 40, вопрос контроля в области охраны окружающей среды становится все более актуальным [1].

В соответствии с Законом Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» от 26 ноября 1992 г., № 1982-XII (в ред. от 17 июля 2017 г., № 51-3), экологический контроль – система мер, направленных на предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства Республики Беларусь об охране окружающей среды, обеспечение соблюдения юридическими лицами и гражданами, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность, требований в области охраны окружающей среды [2].

Юридические лица и индивидуальные предприниматели при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, оказывающей вредное воздействие на окружающую среду, обязаны обеспечивать осуществление производственного контроля в области экологического контроля, включая организацию мест отбора проб и проведения измерений, в соответствии с требованиями, устанавливаемыми нормативными правовыми актами Республики Беларусь, в том числе техническими нормативными правовыми актами в области охраны окружающей среды.

Производственный контроль осуществляется за счет собственных средств и иных источников финансирования в соответствии с инструкцией, разработанной и утвержденной юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем в установленном порядке.

Тесное сотрудничество государственных органов, юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и экологов, способствует более успешному решению экологических проблем в Беларуси.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гончар, Е.** Полесье под угрозой? / Е. Гончар // Аргументы и факты в Беларуси. – 15 авг. 2017. – С. 7.
2. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь от 26 ноября 1992 г. № 1982-XII: в ред. от 17 июля 2017 г. № 51-3 // КонсультантПлюс. – Минск, 2017.

УДК 620.179.18

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ МНОГОВАЛЬНЫХ ПРИВОДОВ И СИСТЕМ
НА ОСНОВЕ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ

А. Н. ПАРФИЕВИЧ, В. А. СОКОЛ

Научный руководитель А. В. ДРАГАН, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Брест, Беларусь

Для сокращения продолжительности процедуры акустической диагностики многовальных приводов и систем на основе зубчатых передач применяют возможности современных математических аппаратов, например, т. к. искусственные нейронные сети. Они могут быть представлены в виде математической, программной или аппаратной модели, вырабатывающей правила организации и функционирования биологической нейронной сети, и состоящей из связанных и согласованных между собой нейронов-вычислителей. Популярность использования искусственных нейронных сетей при диагностике акустической активности машин и механизмов проявляется не только в возможности успешно находить верное решение при распознавании образов, классификации поступающей для анализа информации, прогнозировании состояния, создании экспертных систем, системе контроля и т. д., но и с получением при этом ряда преимуществ по сравнению с традиционными методами анализа акустического сигнала: обработка поступающей информации параллельными потоками, способность подытоживать, приспособление к изменениям окружающей среды, низкий уровень ресурсоемкости и т. д.

Использование искусственных нейронных сетей минимизирует участие человека непосредственно при самой процедуре диагностики, что в свою очередь повышает ее объективность и скорость постановки диагноза исследуемого объекта. Несмотря на то, что предлагаемый метод требует дополнительных действий, не связанных непосредственно с процессом диагностирования (обучение сети на теоретически и практически обоснованных диагностических признаках, определение технологии обработки данных), подготовленная искусственная нейронная сеть может в дальнейшем использоваться при мониторинге состояния других аналогичных объектах, имеющих схожую природу формирования анализируемого сигнала.

УДК 621.83.06
УСТРОЙСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ
ТОЧНОСТИ ПЕРЕДАЧ

А. М. ПАШКЕВИЧ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Создание новых типов передач вызвало необходимость определения кинематических характеристик передач в сборе.

Стенд для контроля кинематической точности передач (патент РБ № 4858) содержит установленный на общем основании привод (электродвигатель) и нагрузочный (электромагнитный тормоз), связанные с ведущим и ведомым валами исследуемой передачи. На этих валах установлены датчики частоты вращения, сигналы от которых обрабатываются ЭВМ с интерфейсом аналогового ввода информации. К обмотке возбуждения электромагнитного тормоза подключается источник регулируемого напряжения или генератор случайных сигналов. На ведущем валу контролируемой передачи установлен маховик. Датчики частоты вращения ведущего и ведомого валов передачи выполнены в виде фотоэлектрических преобразователей. Диски фотоэлектрических преобразователей снабжены отверстиями одинакового диаметра, расположенными на окружности с постоянным угловым шагом.

Устройство для контроля кинематической точности передач (патент РБ № 4359) содержит контролируемую и эталонную передачу с точным передаточным отношением, равным передаточному отношению контролируемой передачи. Оно включает ведущий и ведомый диски, измерительное индикаторное устройство для определения разности между углами поворота ведомых валов контролируемой и эталонной передачи. Ведомый диск эталонной передачи закреплен на ведомом валу контролируемой передачи. Измерительное устройство выполнено подвижным в направлении, перпендикулярном к оси ведомого вала и совпадающим с направлением движения индикаторного наконечника. Цилиндрические поверхности дисков эталонной передачи связаны с подвижным основанием измерительного устройства и измерительным наконечником индикатора.

Эталонную передачу в устройствах для контроля кинематической точности можно выполнить в виде винтовой передачи (патент РБ № 4359) или в виде источника постоянного напряжения (патент РБ № 4341).

В представленных устройствах возможно использование преобразователя крутящего момента (патент РБ № 6710).

УДК 66.085.1
ПРИМЕНЕНИЕ ИК-АНАЛИЗАТОРОВ ВЛАЖНОСТИ
В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ КОНТРОЛЕ

Н. А. ГРЕЦКАЯ, В. В. РИМДЕНКО

Научный руководитель Е. В. ДУБОДЕЛОВА, канд. техн. наук
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Контроль влажности присутствует в производственном контроле при получении большого ассортимента продукции различного назначения.

Методы определения влажности традиционно являются достаточно длительными и трудоемкими, поскольку основаны на гравиметрии. Однако при осуществлении операционного контроля необходимо экспресс-определение массовой доли влаги в продукции в целях оперативного варьирования параметров технологического процесса. Экспрессность также важна и при проведении приемочного контроля массово выпускаемой продукции, так как данный показатель используется в большинстве стандартов на продукцию различного назначения. В связи с этим, в настоящее время, на рынке средств измерений появились анализаторы, которые позволяют быстро и точно проводить измерения данного показателя.

Существуют различные их виды: кондуктометрические, диэлькометрические, ЯМР- и СВЧ-анализаторы. При этом наиболее часто в лабораториях можно встретить ИК-анализаторы. Использование анализаторов в приемочном контроле требует разработки и подготовку к процедуре метрологического подтверждения пригодности методики выполнения измерений, что было реализовано в данной работе применительно к рыбной продукции, которая характеризуется большим диапазоном варьирования показателя влажности.

Следует отметить, что при ее разработке особое внимание уделялось подбору условий для измерений (температура, масса) с учетом природы объекта. Планирование и обработка экспериментальных данных осуществлялись в соответствии с требованиями СТБ ISO 5725.

Использовано 5 уровней (сапа солено-сушеная, чехонь вяленая, мойва холодного копчения, палтус подкопченный, салака копчено-провесная).

Рассчитаны показатели точности разработанной методики: среднеквадратическое отклонение – 0,2 %, предел повторяемости – 0,56 %, среднеквадратическое отклонение – 0,34 % и предел промежуточной прецизионности – 0,95 %.

Установлено, что по показателям точности разработанная методика не уступала стандартизированной. Она внедрена на ОАО «Белрыба», что подтверждается актом внедрения.

Таким образом, можно рекомендовать ИК-анализаторы влажности к широкому применению в производственном контроле рыбной продукции, в т. ч. приемочном.

УДК 620.179
АНАЛИЗ МЕТОДОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ
СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Н. В. ГЕРАСИМЕНКО

Научный руководитель С. В. БОЛОТОВ, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В процессе интенсивной эксплуатации трубопроводов тепловых сетей зарождаются и развиваются различные типы дефектов, среди которых наиболее часто встречаются трещины, изменения толщины стенки трубы и сквозные повреждения. Развитие дефектов в итоге приводит к возникновению утечек теплоносителя, повышению энергетических потерь в системе, перебоям с подачей тепла, влечет за собой материальные затраты на ремонт аварийного участка.

Точная локация повреждений является сложной задачей, с которой приходится сталкиваться любой эксплуатирующей организации, в частности в местах, где трубопровод пересекается с другими коммуникациями и на асфальтированных участках дорог. Высокая точность определения места повреждения в таких условиях играет очень важную роль.

В настоящее время существует ряд методов и технических средств, предназначенных для поиска утечек в трубопроводах тепловых сетей, которые можно условно разделить на следующие группы:

- акустические приборы и методы;
- тепловые приборы и методы;
- цифровые и аналоговые системы оперативного дистанционного контроля;
- прочие приборы и методы.

Проведенный анализ показал, что наибольшее распространение получили акустические и тепловые приборы и методы контроля состояния изоляции трубопроводов тепловых сетей.

Отдельно следует выделить акустические корреляционные течеискатели, позволяющие диагностировать протяженные участки трубопроводов при помощи всего двух датчиков. Однако физические особенности работы корреляционных течеискателей делают невозможным их применение на трубопроводах с пенополиуретановой изоляцией (ППУ).

Для трубопроводов в ППУ изоляции наиболее перспективным является применение специализированных систем оперативного дистанционного контроля, включающих детекторы повреждения, импульсные рефлектометры, а также цифровые датчики влажности.

УДК 621.83.06
ПЛАНЕТАРНЫЕ ПЕРЕДАЧИ С ТЕЛАМИ КАЧЕНИЯ

А. М. ПАШКЕВИЧ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Планетарные передачи с шариковыми и роликовыми сателлитами нашли применение в промышленности и используются в приводах различных машин и механизмов.

В течении многих лет эти передачи совершенствовались, результатом чего стали разработки новых конструкций шариковых и роликовых передач и методы и средства измерения, позволяющие контролировать кинематическую точность передач в сборе.

Проведенные исследования позволили сделать выводы об областях применения передач с телами качения:

– редуктор первого класса не может претендовать на высокую кинематическую точность и высокую плавность работы, а потому не может использоваться в точных приводах машин и механизмов. Область применения таких редукторов должна ограничиваться силовыми приводами;

– по норме кинематической точности редуктор второго класса соответствует 11–12 степеням точности. Кинематическую точность редуктора можно повысить путем повышения точности механической обработки деталей зацепления в каждой ступени. Двухступенчатые редукторы, у которых детали зацепления не подвергались отделочной обработке, не могут претендовать на высокую кинематическую точность и высокую плавность работы, а потому не могут использоваться в точных приводах машин и механизмов;

– редуктор с телами качения третьего класса позволяет получить высокие передаточные отношения, но по норме кинематической точности данный редуктор в сборе грубее 12 степени кинематической точности и 7–8 степеням точности по норме плавности.

Редукторы с телами качения нашли применение (имеются акты внедрения) и изготавливаются серийно (изготовлена партия редукторов 120 штук). Экономический эффект от использования радиально-плунжерных шариковых редукторов связан с сокращением затрат на импорт планетарных редукторов из России, снижением технологической себестоимости и материалоемкости. Снижение стоимости одного привода, использующего шариковый редуктор, составляет в среднем 20–25 % от стоимости привода в сравнении с импортным планетарным редуктором.

УДК 621.83.06

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕДАЧИ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМИ ТЕЛАМИ
КАЧЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ШРУС

А. П. ПРУДНИКОВ, С. Л. ШОСТАК

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Основное применение шарниры равных угловых скоростей (ШРУС) находят в составе приводных валов передне- и полноприводных автомобилей. Кроме этого они используются в конструкциях разнообразного ручного механизированного инструмента и исполнительных органов роботизированных устройств, т. е. там, где необходима передача вращающего момента на рабочий орган с возможным изменением угла его расположения относительно базовой оси. При этом для ручных инструментов и роботизированных устройств с целью уменьшения массогабаритных параметров целесообразным является объединение ШРУС и редуцирующего узла.

Наибольшее распространение имеют шариковые ШРУС, которые по своей конструкции подобны передачам с промежуточными телами качения. Основными причинами выхода их из строя является повреждение рабочих поверхностей деталей ШРУС вследствие больших контактных напряжений и износа, что приводит к усилению вибрационно-акустических характеристик, повышению интенсивности износа, возникновению заедания.

Перспективным направлением применения передачи с промежуточными телами качения является создание редуктора, обеспечивающего передачу вращающего момента при изменении угла поворота оси ведущего вала, относительно оси ведомого, с редуцированием передаваемого момента. К преимуществам передач с промежуточными телами качения относятся малые габаритные размеры и высокая нагрузочная способность вследствие многопоточности при передаче нагрузки. Различают два вида конструктивного исполнения передач с промежуточными телами качения: с цилиндрической компоновкой (тела качения перемещаются по цилиндрической поверхности) и радиальной компоновкой (тела качения перемещаются в плоскости перпендикулярной оси ведомого вала). С точки зрения упрощения конструкции и повышения технологичности изготовления более целесообразным является использование передачи с радиальной компоновкой. В качестве тел качения применяются составные ролики, что позволяет повысить КПД и снизить контактные напряжения, таким образом, повышая работоспособность и надежность создаваемых на их базе ШРУС.

УДК 542.86

МЕТОДИКА ИДЕНТИФИКАЦИИ МАРКИ КРАСИТЕЛЕЙ
НА ХЛОПКОВЫХ ВОЛОКНАХ МЕТОДОМ МИКРО-СПЕКТРОСКОПИИ
КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕИВАНИЯ

Е. А. ВЕСЕЛУХА

Научный руководитель В. В. ГОРЖАНОВ, канд. техн. наук
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Назначение волоконведческой экспертизы практикуется в процессе расследования уголовных дел, при которых в основном предполагается контакт текстильных изделий между собой или другими объектами, отражающими вещную обстановку события происшествия. При этом наибольший интерес представляет идентификация красителей на волокнах, которые придают им информативность.

На сегодняшний день для установления марки красителя на волокнах эксперты используют капельные реакции. С помощью капельных реакций можно отличить один химический класс красителя от другого, но нельзя отличить конкретную марку красителя. Также для проведения капельных реакций необходимо проводить пробоподготовку, которая занимает около 1/3 времени от проведения экспертизы. Хроматографический анализ имеет ограничения для сернистых, кубовых, прямых диазотируемых, прямых металлосодержащих и активных красителей.

Предлагается использовать для идентификации красителей на волокнах метод микро-спектроскопии комбинационного рассеивания (КР), позволяющий устанавливать групповую принадлежность красителя без разрушения. Для наработки экспериментальных данных было отобрано 13 образцов окрашенной хлопчатобумажной ткани. Все образцы относились к прямым красителям. Исследования проводились с помощью системы ID-Raman micro Raman Microscope (Данидин, США), длина волны 785 нм, мощность лазера на образце 100 мВт. Время измерения и скопления составило 5 с, а спектральный диапазон составлял от 200 до 2000 см/см. Каждый испытуемый образец пропитывался пять раз. В результате было получено 65 спектров, которые сравнивались между собой. Для каждой марки красителя были выявлены характеристические сдвиги КР, по которым можно идентифицировать марку красителя, рассчитано доверительное отклонение сдвига КР ($\pm 0,12 \text{ см}^{-1}$).

В дальнейшем по полученным результатам планируется создание базы данных сдвигов КР для различных марок красителей.

М. Г. БОЛОТОВ, И. А. ПРИБЫТЬКО, С. В. АЛЕКСЕЕНКО
ЧЕРНИГОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
Чернигов, Украина

В работе проведен комплекс экспериментальных исследований по определению прочностных свойств нахлесточных и стыковых соединений арматурных стержней диаметром 8–14 мм, выполненных электродуговой сваркой. Сварку нахлесточных соединений типа С23-Ре выполняли фланговыми протяженными швами с односторонним и двусторонним проплавлением (рис. 1, а). Стыковые соединения с парными круглыми накладками типа С21-Рн выполняли аналогично предыдущим с односторонним, шахматным и двусторонним проплавлением (рис. 1, б).

Сварку осуществляли в соответствии с ГОСТ 14098-91.

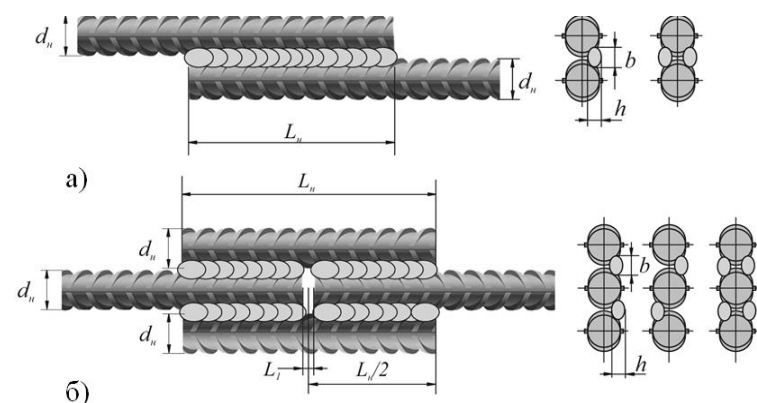


Рис. 1. Сварные соединения арматуры: а – нахлесточные; б – стыковые

По результатам механических испытаний установлено, что швы нахлесточных и стыковых соединений, выполненные с односторонним проплавлением не обеспечивают высокой прочности соединений. Предел прочности таких образцов не превышает 192...321 МПа соответственно. Разрушение образцов все время происходило по сварному шву. Низкая прочность односторонних нахлесточных швов при испытании на растяжение обусловлена, очевидно, сложным напряженным состоянием, что возникает вследствие несоосности приложения нагрузки и, как следствие, появления изгибающего момента. Сварка арматуры шахматными и двусторонними швами несколько повысило временное сопротивление сварных соединений, но не позволило достичь их равнопрочности. Так, показатели прочности нахлесточных и стыковых соединений арматуры в наших опытах колебались в пределах 411...578 МПа, что несколько уступает прочности основного металла (600 МПа).

А. П. ПРУДНИКОВ, С. Л. ШОСТАК
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Технологии 3D-печати позволяют создать трехмерную модель изделия на компьютере и сразу получить полноценный физический объект, соответствующий заданным параметрам. Преимуществами использования 3D-принтеров являются: снижение себестоимости изготовления продукции, сокращение сроков ее появления на рынке, моделирование элементов любой формы и сложности.

Прототипирование приводов с помощью 3D-принтера дает возможность проверить собираемость разработанной конструкции и оценить ее кинематические возможности.

В качестве материала применяется ABS пластик, поскольку он может выдерживать сильное механическое воздействие и превосходит другие аналоги по механической прочности.

В ходе проведенной работы были определены механические характеристики используемого при прототипировании материала (испытания на растяжение-сжатие на универсальной испытательной машине WAW-300C). Анализ результатов проведенных испытаний показал, что при растяжении образца предел прочности составляет 5,1 МПа, при сжатии – предел текучести составляет 12,7 МПа.

В качестве пути повышения механических характеристик материала были предложены термическая обработка образца (обеспечивает лучшее склеивание нитей друг с другом и снимает остаточные напряжения после усадки) и применение наполнителя (внутренняя часть деталей выполняется не сплошной, что позволяет уменьшить усадку деталей). В результате термической обработки предел прочности при растяжении вырос на 18 %, при этом предел текучести при сжатии не изменился. При использовании наполнителя в виде эпоксидной смолы предел текучести при сжатии вырос на 25 %, при этом при растяжении – разрушение образца происходило при незначительной нагрузке в зоне зажима испытываемого образца.

Таким образом, можно заключить, что если для изготавливаемых деталей, подвергающихся механическим воздействиям, необходимо повысить прочность на растяжение и изгиб, то целесообразно подвергать такие детали после изготовления термообработке при температуре 75° с выдержкой 1,5 ч. Если же деталям необходимо придать жесткость, то лучше использовать наполнитель в виде эпоксидной смолы.

УДК 621.83.06
АНАЛИЗ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ТРЕХЗВЕННЫХ
СФЕРИЧЕСКИХ РОЛИКОВЫХ ПЕРЕДАЧ

М. В. РАЗГОНОВ
Научный руководитель Е. С. ЛУСТЕНКОВА
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Целью исследований являлось проведение структурного анализа сферических роликовых передач (СРП) различных типов для оценки их кинематических возможностей и установления рациональной конструкции передач с созданием экспериментального образца редуктора. Известны двухзвенные СРП, в которых генератор с телами качения взаимодействует с остановленным кулачком. Принцип работы трехзвенной СРП основан на взаимодействии трех основных элементов с тремя замкнутыми периодическими беговыми дорожками. Одна из них номинально может отсутствовать, но определять геометрическое место расположения тел качения, закрепленных на генераторе. Механизмы этой группы имеют более низкий КПД, нежели двухзвенные передачи. Однако, более простые конструктивные схемы (отсутствие необходимости проектирования угловой муфты) и возможность получения передаточных отношений в диапазоне 30...200 позволяют конкурировать уже с группами червячных и волновых зубчатых передач, также широко распространенных в промышленности.

Разработан и изготовлен экспериментальный образец мотор-редуктора с трехзвенной СРП (рис. 1) и передаточным отношением 34.



Рис. 1. Экспериментальный образец мотор-редуктора

Мотор-редуктор прошел обкатку на лабораторном стенде. Эксперименты подтвердили работоспособность образца и справедливость теоретически полученных кинематических зависимостей.

УДК621.3
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ УЛУЧШЕННОЙ
КОНСТРУКЦИИ

А. С. ТРЕТЬЯКОВ, О. А. КАПИТОНОВ
Научный руководитель Г. С. ЛЕНЕВСКИЙ, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Для исследования тепловых, вентиляционных, электромагнитных и энергетических режимов асинхронного электродвигателя улучшенной конструкции была разработана лабораторная установка.

В ее основе лежит цифровое оборудование, позволяющее в режиме on-line регистрировать измеряемые параметры, исследовать электромагнитную совместимость рассматриваемого асинхронного электродвигателя, выделить высшие гармоники и получить спектр тока и напряжения. При этом есть возможность линейного и нелинейного источника питания.

По показаниям токов и напряжений в трех фазах на входе испытуемого электродвигателя измеряется потребляемая им мощность. Для измерения выходной мощности (мощности на валу) используются показания тахометра и датчика момента. Далее, составные части энергетической диаграммы определяются по ГОСТ 11828-86, ГОСТ 7217-87, ГОСТ 25941-83.

В силу особенностей конструкции рассматриваемого асинхронного электродвигателя улучшенной конструкции, обычные методики экспериментального определения потерь и энергетических характеристик здесь неприменимы ввиду сложной системы охлаждения и измененной конструкции силового ротора с добавлением двух малых роторов. Для нахождения составных частей энергетической диаграммы необходимо провести исследования тепловых, вентиляционных и электромагнитных режимов и уже на основе полученных данных рассчитать искомые потери. Отдельным пунктом идет исследование вентиляционной системы, ее аэродинамические характеристики, эффективность отвода тепловых потерь из силового ротора и станины.

Итогом является семейство кривых потерь, аэродинамических характеристик вентиляторов, коэффициента полезного действия (КПД) и коэффициента мощности.

Проведенные испытания младшей модели асинхронного электродвигателя улучшенной конструкции подтвердили правильность показаний и измерений, эффективность отвода потерь, возможность снятия большей мощности без изменения массогабаритных показателей и более высоких энергетических показателей по сравнению с прототипом.

АППАРАТНОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНОГО
ЭЛЕКТРОПРИВОДА «ВИП-2.5»

А. П. СЕРИКОВ, А. А. КОРНЕЕВ

Научный руководитель А. С. ТРЕТЬЯКОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Вентильно-индукторные электроприводы (ВИП) являются относительно молодым направлением развития электромашиностроения за последние 20 лет.

Одним из вариантов ВИП является семейство вентильно-индукторных электроприводов производства ООО «Сапфир» (Россия, г. Ростов-на-Дону).

Для исследования ВИП было проведено дипломное проектирование по разработке лабораторного комплекса. Данный комплекс позиционируется как площадка для изучения ВИП в рамках лабораторных работ и проведения научных исследований.

Лабораторный комплекс состоит из двух составных частей: агрегат электромашинный и станция управления.

Для управления ВИП-2.5 необходимо наличие персонального компьютера (ПК) с com-портом. Подключение ВИП к ПК происходит с помощью интерфейса RS-232 по протоколу UART.

Для измерения энергетических параметров используется функциональный узел, состоящий из датчиков тока, напряжения, скорости, момента. Для обработки информации используется микропроцессорное устройство, которое в своем программном приложении способно отображать форму сигналов тока и напряжения, раскладывать их в спектр и измерять полную, активную и реактивную мощность, коэффициент мощности и коэффициент полезного действия (КПД).

Также предполагается использовать микропроцессорные измерительные приборы фирмы «ОВЕН» для регистрации измеряемых параметров, программируемый логический контроллер для управления стендом и программное приложение на базе LabView.

Таким образом, конечной целью разработки является получение лабораторного комплекса, способного проводить лабораторные работы и научные исследования как в ручном, так и в автоматическом режиме с регистрацией, сохранением и отображением измеряемых параметров в виде трендов на экране монитора в режиме реального времени.

ОЦЕНКА СВОЙСТВ КОМБИНИРОВАННЫХ НИТЕЙ
В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ

С. В. РУБИК

Научный руководитель А. В. ЛОКТИОНОВ, д-р техн. наук, проф.

Учреждение образования

«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Витебск, Беларусь

Целью работы является оценка свойств комбинированных нитей с разрезным ворсом в технологическом процессе их получения, аналитическое исследование движения гибкой нити по неподвижным направляющим.

При исследовании применялись методы аналитического расчета натяжения нити при установившемся движении по направляющей с трением и анализ технологического процесса получения нити с разрезным ворсом при широком диапазоне линейных плотностей.

Установлены аналитические зависимости для определения натяжения в технологическом процессе получения нити с разрезным ворсом, предложена ткань с применением такой нити.

Проведены исследования движения нити по направляющей с трением и установлены аналитические зависимости для определения натяжения нитей в технологическом процессе их получения.

Аналитически движение гибкой нити по неподвижной направляющей для формирования нитей с разрезным ворсом можно представить в виде:

$$T - \mu_0 \cdot v_0^2 \cdot f(T) = e^{k\varphi} \cdot [T - \mu_0 \cdot v_0^2 \cdot f(T_0) + A] \cdot \int_0^\varphi p(\varphi) \cdot e^{k\varphi} \cdot d\varphi,$$

где T – натяжение нити; μ_0 – постоянная линейная плотность нити до растяжения; v_0 – постоянная скорость нерастянутой нити; φ – угол, образуемый нормалью и вектором натяжения; A – константа, определяемая из начальных условий (линейная плотность нити при навивании, равная базовой линейной плотности; скорость набегающей нити равна скорости сбегающей ветви нити; в начальный момент угол $\varphi = 0$); p – натяжение в точке перегиба.

Применение нити с разрезным ворсом расширяет ассортимент продукции при широком использовании химических волокон для выработки тканей и текстильных изделий.

Установлено, что натяжение растяжимой нити при установившемся движении по направляющей с трением не зависит от формы направляющей, но зависит от характера неоднородности и растяжимости (μ , $f_{тр}$).

КИНЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УРАВНОВЕШИВАНИЯ ТИХОХОДНОГО ПРИВОДА СКВАЖИННОЙ ШТАНГОВОЙ НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ

С. Л. САБАНОВ

Научный руководитель А. С. ГАЛЕЕВ, д-р техн. наук, проф.

Государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«АЛЪМЕТЬЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ИНСТИТУТ»

Альметьевск, Россия

Резкие колебания нагрузок, обусловленные недостаточной уравновешенностью, приводят к ускоренному износу элементов скважинной штанговой насосной установки (СШНУ). В настоящее время, в качестве критерия равновесия используется равенство активной энергии, потребляемой электродвигателем при ходе штанг вверх и вниз.

Рассмотрим произвольное положение системы (кривошип повернут на произвольный угол φ). Дадим кривошипу бесконечно малое перемещение $\delta\varphi$. Тогда кривошип повернется на некий угол $\delta\psi$ и колонна переместится на расстояние δS .

В соответствии с принципом возможных перемещений эта работа должна равняться нулю:

$$M_{кр}\delta\varphi - M_1g * \delta\varphi * r_3\cos\varphi - m_1g(r_1\cos\varphi - h_1\sin\varphi) - m_2g(r_2\cos\varphi + h_2\sin\varphi) - M_3gbcos\psi\delta\psi + (m_{кол}g + G_{ж} - F_{сопр})\delta S = 0$$

Приращение угла ψ можно выразить через приращение угла φ :

$$\delta\psi = \frac{\partial\psi}{\partial\varphi}\delta\varphi.$$

Малое перемещение колонны выражается через приращение угла ψ :

$$\delta S = \delta\psi * l_4 = \frac{\partial\psi}{\partial\varphi}l_4\delta\varphi.$$

После подстановок приходим к следующему уравнению, из которого можно найти момент на валу кривошипа, в зависимости от конструкции СШНУ, и положения кривошипа:

$$M_{кр} = M_1gr_3\cos\varphi + m_1g(r_1\cos\varphi - h_1\sin\varphi) + m_2g(r_2\cos\varphi + h_2\sin\varphi) + M_3gbcos\psi \frac{\partial\psi}{\partial\varphi} - (m_{кол}g + G_{ж} - F_{сопр}) \frac{\partial\psi}{\partial\varphi}l_4.$$

Зная момент на кривошипе, можно вычислить момент на валу двигателя: $M_{дв} = \frac{M_{кр}}{k}$ если момент положительный, и $M_{дв} = M_{кр} * k$ если отрицательный.

Зная момент на валу двигателя можно вычислить работу электродвигателя при движении колонны: вверх $A_{под} = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} M_{дв}d\varphi$; вниз $A_{спуск} = \int_{\varphi_2}^{\varphi_1} M_{дв}d\varphi$.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИМПУЛЬСНОГО КОНТРОЛЯ ОБМОТОК АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

П. В. ПОЛОНЕВИЧ, И. П. КРАВЦОВ

Научный руководитель Ю. В. СУХОДОЛОВ, канд. тех. наук, доц.

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Минск, Беларусь

Преждевременный выход из строя двигателя является аварийной ситуацией, которую необходимо предотвратить. Причина примерно 85 % преждевременных отказов асинхронных двигателей, повреждений их обмоток, вызываемых различными факторами.

Способы контроля изоляции, такие как: измерение сопротивления изоляции, емкости относительно корпуса, испытание повышенным напряжением и другие, не обеспечивают высокую точность и не учитывают индивидуальные и конструктивные особенности асинхронных двигателей.

Анализ затухающих колебаний может избавить от вышеописанных недостатков. Недостатком этого способа будут искажения, вызванные нестабильностью параметров испытательного сигнала, и необходимость подавления неинформативных спектральных составляющих.

Точность можно повысить, согласуя спектральный состав испытательного сигнала с частотной характеристикой обмотки контролируемого асинхронного двигателя. Это создает между витками максимальные испытательные напряжения и их равномерное распределение вдоль обмотки.

Максимальной чувствительности контроля можно добиться анализом одной или нескольких составляющих сигнала, которые изменяются в большей степени при возникновении дефекта. Это составляющие, соответствующие по частоте резонансной области обмотки. Целесообразно использовать последовательность радиоимпульсов. В таком сигнале полезная информация заключена в одном из нескольких параметров высокочастотного колебания.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что наибольшее изменение при появлении дефекта получает положение резонансного максимума амплитуды частотных характеристик (АЧХ) контролируемой обмотки якоря. Это изменение легко фиксируется, если выделять из входного сигнала две близлежащие гармонические составляющие, соответствующие по частоте самому крутому участку АЧХ исправной обмотки. Несущая частота и частота модуляции испытательного сигнала выбираются таким образом, чтобы обеспечивалась максимальная разность амплитуд выделяемых гармоник. При отсутствии дефекта значение разности амплитуд гармоник максимально и стремится к нулю по мере развития дефектов.

УДК 681.53

АПРОБАЦИЯ ГАРМОНИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ
НА ТЕПЛОВОМ ОБЪЕКТЕ

Н. М. ОЛИФЕРОВИЧ, А. В. ШИРОКОВ, М. А. КАШКАН

Научный руководитель Д. А. ГРИНЮК, канд. техн. наук, доц.;

И. О. ОРОБЕЙ, канд. техн. наук, доц.

Государственное учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

При построении систем управления реальными технологическими процессами актуальной является задача идентификация динамики каналов регулирования и возмущения. В предыдущих работах были показаны существенные преимущества использования активной частотной идентификации по сравнению с меандровой в условиях ограничения на отклонения выходного параметра.

Тестирование метода гармонической идентификации предполагалось осуществлять на базе учебного стенда. Он представляет собой модель воздушного теплообменника. Объект обладает нелинейными свойствами, как по статическому коэффициенту передачи, так и по динамическим свойствам. Интеграция системы управления объектом с пакетом Matlab позволила проводить анализ предложенных алгоритмов. Помимо частотной идентификации были проведены измерения путем формирования меандрового сигнала.

При определении параметров передаточных характеристик основного канала управления разброс значений составил более 40 %. Параметры находились путем минимизации среднеквадратического отклонения экспериментальных данных от теоретического. Увеличение длительности периода переходного процесса позволила уменьшить разброс параметров передаточной функции объекта.

При обработке гармонической идентификации доступными были только два такта идентификации, ввиду ограничения на время работы в течении световых суток.

Выводы.

1. Доработаны и опробованы на практике различные алгоритмы гармонической идентификации, показана их работоспособность.

2. В случае подверженности объекта влиянию помех, сравнимыми с периодом самой низкочастотной контрольной гармоникой, необходимо увеличивать время идентификации.

УДК 631.358

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ОЧИСТИТЕЛЕЙ КОРНЕПЛОДОВ

С. В. СИНИЙ, И. Г. ТКАЧЕНКО, Р. Б. ГЕВКО

ЛУЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ТЕРНОПОЛЬСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ им. И. Пулюя

ТЕРНОПОЛЬСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Тернополь, Луцк, Украина

С целью повышения качества очистки корнеплодов, а также обеспечения их минимального травмирования, предложено понижать степень “агрессивности” очистительных рабочих органов корнеуборочных машин по мере продвижения вороха от выкапывающих рабочих органов к зоне выгрузки. Это объясняется тем, что количество почвы, извлеченной машиной вместе с корнеплодами, в процессе сепарации постепенно уменьшается, в результате чего повышается вероятность непосредственного воздействия рабочих органов на тела корнеплодов, что способствует повышенному повреждению последних.

Результаты экспериментальных исследований, разработанных малогабаритных корнеуборочных машин, очистительные системы которых спроектированы согласно такого принципа, изложены в работах [1, 2].

Для выявления наиболее травмоопасных зон в технологических руслах очистительных систем корнеуборочных машин предложено использовать разработанный нами имитатор корнеплода. Он состоит из механически соединенных между собой подпружиненных подвижных полусфер, которые воспринимают внешние удары. Внутри имитатора установлен блок автономного питания и специальный механизм с микросхемой. Во время ударов имитатор позволяет измерить величину электрического сопротивления и записать полученные данные, после обработки которых, определяется сила ударных воздействий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Development of design and investigation of operation processes of small-scale root crop and potato harvesters / R. B. Hevko, I. G. Tkachenko, S. V. Synii, I. V. Flonts // Agricultural engineering. – 2016. – vol. 49, no. 2, – P. 53–60.

2. Синий, С. В. Исследование машин для уборки корнеклубнеплодов / С. В. Синий, Р. Б. Гевко, И. Г. Ткаченко // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы междунар. науч.-техн. конф. молод. ученых. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2015. – С. 51.

Д. М. АННЕНКО, М. А. РОМАНОВИЧ

Научный руководитель А. А. РОМАНОВИЧ, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. Шухова»
Белгород, Россия

В настоящее время существует большое разнообразие помольных агрегатов и систем, применяемых для измельчения материалов и техногенных отходов, которые имеют различные прочностные характеристики.

Проведенный анализ технико-экономической эффективности использования существующих и разрабатываемых помольных систем, позволил выявить наиболее эффективные системы, которые реализуют принцип постадийного измельчения материалов с выносом стадии грубого помола в отдельный агрегат – пресс-валковый измельчитель (ПВИ), осуществляющий более экономичный способ разрушения шихт-объемно-сдвиговое деформирование, чем например, удар и истирание в шаровой мельнице (ШМ).

На что характерно указывает резкое уменьшение средневзвешенного диаметра материала (суммарного остатка на сите R_{008}) на первой стадии измельчения (кривая 2) при реализации постадийного способа по сравнению с традиционным в ШМ – кривая 1 (рис. 1.).

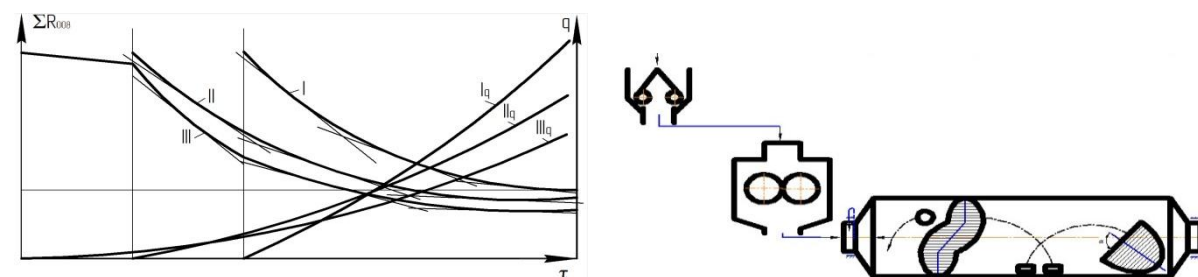


Рис. 1. Кинетика процесса постадийного измельчения анизотропных материалов

Использование ПВИ обеспечивает, в зависимости от свойств измельчаемых материалов, снижение удельного расхода электроэнергии на 25–40 % и повышение производительности агрегатов, используемых на стадии помола, на 15–40 %. Это достигается за счет того, что удельный расход энергии, затрачиваемый на предварительное измельчение материалов, в ПВИ, например, в 1,5–2,5 раза меньше чем при аналогичной тонкости помола в той же ШМ.

силовой схемы. При этом экономический эффект по сравнению с альтернативными системами пуска составляет от 1 до 1,5 млн р.

В работе [2] было рассмотрено, что двухтрансформаторная схема приводит к увеличению времени пуска на 31,8 % и возрастанию потерь энергии на 48,6 %, однако, в случае применения данной системы для пуска высоковольтных синхронных двигателей, подобное ухудшение характеристик может быть оправдано экономически за счет значительного удешевления силовой схемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Baskov, S. N.** Determination of the angular position of the rotor of a synchronous motor by connecting a high-frequency signal in the excitation winding. Proceedings of 2015 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON) / K.V. Litsin, – DOI: 10.1109/SIBCON. 2015. – 7146993.

2. **Басков, С. Н.** Исследование положения вектора потокосцепления ротора при векторно-импульсном пуске / С. Н. Басков, А. С. Коньков, Т. В. Черкас, К. В. Лицин // Вестн. Южно-Урал. госуд. ун-та. – 2012. – № 37. – С. 68–72.

УДК 621.771.3
 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
 ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ В СИСТЕМЕ
 ВЕКТОРНО-ИМПУЛЬСНОГО ПУСКА СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

К. В. ЛИЦИН, Д. Ю. ЛИЦИНА
 Научный руководитель С. Н. БАСКОВ, канд. техн. наук, доц.
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
 «ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
 (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
 Челябинск, Россия

Применение систем с промежуточными трансформаторами позволяет достичь снижения стоимости всей системы за счет возможности использования низковольтных полупроводниковых ключей (с максимальным напряжением 600–1200 В) для коммутации напряжений 6–10 кВ. В работе [1] предлагается схемное решение и подробное описание разработанной двухтрансформаторной схемы с низковольтной ячейкой.

Для проведения экономического анализа были рассмотрены аналогичные системы в табл. 1.

Табл. 1. Сравнительный анализ стоимости систем пуска

Мощность двигателя, кВт	Стоимость системы векторно-импульсного пуска на основе высоковольтных IGBT-транзисторов, тыс. р.	Стоимость системы векторно-импульсного пуска на основе низковольтных IGBT-транзисторов с промежуточными трансформаторами, тыс. р. (разработанная схема)	Средняя стоимость высоковольтных преобразователей частоты, тыс. р.
800	2 088	860	1 496
900	2 088	980	1 683
1000	2 610	1 088	1 870
3000	3 776	2 250	3 610
5000	6 450	4 560	6 350

В качестве высоковольтных преобразователей частоты были рассмотрены устройства отечественных и зарубежных фирм, среди которых: ПО «Технорос», группа «Русэлт», «АБС Электро», шведско-швейцарская компания «ABB», ООО «Siemens», компания «General Electric». Для сравнительного анализа были взяты усредненные значения стоимости преобразователей частоты, выпускаемых данными фирмами.

Из табл. 1 следует, что использование промежуточных трансформаторов в системе векторно-импульсного пуска позволяет снизить стоимость

УДК 666.295
 ПРОЗРАЧНЫЕ ГЛАЗУРНЫЕ ПОКРЫТИЯ ПЛИТОК ДЛЯ ПОЛОВ

Ю. И. БАРАВСКИС
 Научный руководитель И. А. ЛЕВИЦКИЙ, д-р техн. наук, проф.
 Учреждение образования
 «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
 УНИВЕРСИТЕТ»
 Минск, Беларусь

Целью исследования является получение прозрачных глазурных покрытий для керамических плиток для полов, обладающих требуемыми физико-химическими свойствами и декоративностью, а также выявление взаимосвязи структурных особенностей получаемых глазурей и их физико-химических свойств от химического состава сырьевой композиции.

Сырьевая композиция для получения полуфриттованных глазурей включала следующие компоненты, мас. %: фритту 2/154 (производственный состав, применяющийся на ОАО «Керамин», г. Минск, Беларусь) 36–42; полевой шпат 28–36; доломит 3–9; при постоянном содержании глинозема, каолина, огнеупорной глины и кварцевого песка, суммарное количество которых – 25 мас.%. Глазурный шликер готовился совместным мокрым помолом компонентов глазурной шихты в шаровой мельнице (Speedy, Италия) до остатка на сите № 0063 в количестве 0,1–0,3 мас.% при соотношении «материал – мелющие тела – вода», составляющим 1:1,5:0,5. Полученная суспензия влажностью 30–40 мас.% наносилась на высушенный и покрытый ангобом полуфабрикат керамической плитки для пола. Заглазурированные опытными составами образцы подвергались обжигу в газопламенной печи типа FMS-2500 (Италия) при температуре $(1198 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение (50 ± 2) мин в производственных условиях ОАО «Керамин» (Минск, Беларусь). Исследование включало определение блеска покрытий на фотоэлектронном блескомере ФБ–2 (Россия), микротвердости на приборе Wolpert Wilson Instruments (Германия). Температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) синтезированных глазурей измерялся на электронном dilatометре DEL 402 PC фирмы «Netzsch» (Германия) в интервале температур 20–300 °C.

Визуальная оценка показала, что в изученной системе сырьевых материалов формируются качественные прозрачные блестящие покрытия, характеризующиеся следующими физико-химическими свойствами: блеск – 53–74 %; микротвердость – 5110–6215 МПа, ТКЛР – $(58,3–67,0) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$; термическая стойкость – 150 °C, степень износостойкости – 1–2. Все глазурные покрытия химически стойкие к раствору №3 (ГОСТ 27180-2001).

Проведенные испытания в заводских условиях ОАО «Керамин» показали возможность использования разработанных покрытий в условиях промышленного производства.

УДК 533.9.01
ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПОДАЧИ ПЛАЗМООБРАЗУЮЩЕГО ГАЗА НА
ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЗРЯДА С ЭФФЕКТОМ ПОЛОГО КАТОДА

А. И. БОЖКО
Научный руководитель С. В. БОРДУСОВ, д-р техн. наук, проф.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
Минск, Беларусь

Особенности разряда с эффектом полого катода создают широкую область применения конструкций, основанных на использовании этого эффекта от микроэлектроники до точного машиностроения.

Целью проведенных исследований являлось изучение влияния способа подачи плазмообразующего газа на характеристики возбуждения и поддержания разряда с эффектом полого катода при различных вариантах подачи плазмообразующего газа.

Разрядная система с эффектом полого катода представляет собой полый цилиндрический катод, который изготовлен из коррозионностойкой стали и помещен в держатель из кварцевой трубки. В качестве плазмообразующего газа использовался H_2 . На катод подавалось импульсное напряжение отрицательной полярности величиной не более 1000 В.

Основным изменяемым параметром являлся способ подачи в вакуумную камеру плазмообразующего газа: в одном случае он подавался через кварцевую трубку, в которой расположен сам полый катод, т. е. через саму разрядную систему, а в другом случае – минуя ее.

Экспериментально установлено, что характеристики возбуждения и поддержания разряда с эффектом полого катода при пропуске плазмообразующего газа через кварцевый чехол, т.е. через саму разрядную систему, лучше, чем при подаче газа минуя ее.

Согласно полученным результатам значение пиковой мощности, вкладываемой в разряд, увеличивается до 23 %, в случае пропуска плазмообразующего газа через разрядную систему, а диапазон давлений, в котором разряд возбуждается и стабильно горит, увеличился с 338–748 Па, до 222–748 Па при подаче газа минуя разрядную систему.

Таким образом, полученные данные показывают, что конструкция разрядной системы с возможностью подачи плазмообразующего газа непосредственно через разрядную систему имеет преимущество над системой, в которой подача плазмообразующего газа осуществляется, минуя разрядную систему. Это выражается в лучшей энергоэффективности разряда и большему диапазону давлений, при котором возбуждается и стабильно горит разряд с эффектом полого катода.

УДК 62-7
ВЫЯВЛЕНИЕ ВИТКОВЫХ ЗАМЫКАНИЙ ОБМОТОК
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН РЕЗОНАНСНЫМ МЕТОДОМ

И. П. КРАВЦОВ, П. В. ПОЛОНЕВИЧ
Научный руководитель Ю. В. СУХОДОЛОВ, канд. тех. наук, доц.
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Минск, Беларусь

Наиболее часто встречающиеся методы контроля – резонансные методы, которые применяются для выявления витковых замыканий обмоток. Они основаны на анализе амплитудно-частотных и фазочастотных характеристик или на использовании резонансных эффектов. Повышение точности контроля основано на использовании резонансного участка частотной характеристики, получающего максимальное изменение при возникновении виткового замыкания и минимальное при отклонении параметров исправной обмотки. Частотные характеристики, снятые с помощью разработанных схем, определяются выражением:

$$|U(\omega)| = |U_{1\phi}(\omega) - U_{2\phi}(\omega)| = |I_n(\omega)[Z_{1\phi}(\omega) - Z_{2\phi}(\omega)]|.$$

Анализ частотных характеристик (АЧХ) показывает, что наибольшей чувствительности можно достичь, используя частотную область, имеющую частоту на 20–30% ниже частоты максимума. Чувствительность контроля к одному витковому замыканию будет определяться как относительное увеличение амплитуды сигнала при возникновении дефекта:

$$\chi = \frac{U_d(\omega) - [U_n(\omega) + \Delta U_n(\omega)]}{U_n(\omega) + \Delta U_n(\omega)}.$$

Чувствительность не определяет возможность обнаружения виткового замыкания, так как приращение амплитуды фиксируемого сигнала при изменении амплитуды входного из-за нестабильностей может быть воспринято как возникновение дефекта. Витки чаще всего замыкаются через сопротивление, достигающее величины 10 Ом, что характеризуется снижением реакции выходного параметра от таких скрытых дефектов. Ввиду этого для обеспечения достоверности контроля исключается влияние нестабильности амплитуды диагностического сигнала путем анализа состояния обмотки по фазовым соотношениям снимаемых сигналов. Контроль предусматривает не только обнаружение явных дефектов, но и испытание изоляции, которое проводят с помощью импульсного напряжения. Ввиду этого использование разработанного способа осуществляется путем выделения из снимаемых сигналов соответствующих по частоте спектральных составляющих с максимальной разностью фаз, по величине которой судят о состоянии обмотки.

УДК 656.7
РАДИОЭЛЕКТРОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ
КАК КОМПОНЕНТ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПОЛЕТОВ

А. В. ВЛАСОВА
Научный руководитель В. В. ВОРОБЬЕВ, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»
Москва, Россия

Развитие мировой гражданской авиации осуществляется на основе реализации концепции, Международной организации гражданской авиации CNS/ATM, которая определила основные стратегические направления повышения эффективности выполнения полетов воздушных судов. На основе этой концепции, в последние годы, был разработан Глобальный аэронавигационный план, в котором основные стратегические направления реализации концепции CNS/ATM были конкретизированы в виде понятия блочной модернизации Глобальной авиационной системы. При этом в Глобальном аэронавигационном плане указано, что введение новых процедур и систем обеспечения полетов воздушных судов вызовет изменение в уровне управления безопасностью полетов. Поэтому ставится задача сохранения, а возможно и повышения уровня управления безопасностью полетов при внедрении новых процедур и систем в рамках реализации Глобального аэронавигационного плана. Немаловажная роль в этом процессе отводится различным радиоэлектронным системам, которые самым непосредственным образом связаны с внедрением в гражданскую авиацию новых систем и процедур.

Отсюда возникает общая глобальная задача оценки изменения уровня управления безопасностью полетов воздушных судов при внедрении новых процедур и систем, связанных с использованием радиоэлектронного оборудования как на борту воздушного судна, так и на Земле.

В рамках концепции CNS/ATM все радиоэлектронное оборудование гражданской авиации подразделяется на телекоммуникационные системы, системы навигации и наблюдения. По каждой из указанных систем имеются определенные предложения по их развитию. В работе рассматриваются отдельные аспекты развития указанных систем с точки зрения поддержания имеющегося уровня управления безопасностью полетов или его возможного повышения. Анализ проводится на базе блочной модернизации гражданской авиации в рамках Глобального аэронавигационного плана и особое внимание уделяется первому блоку этого плана. Даются конкретные рекомендации по вопросам реализации первого блока модернизации в Российской Федерации.

УДК 665.7.038
НОВЫЕ МОДИФИКАТОРЫ ВЯЗКОСТИ И ИНГИБИТОРЫ
АСФАЛЬТОСМОЛОПАРАФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ДЛЯ НЕФТИ

Е. А. БОЛЬШАКОВА, И. Р. АРИФУЛЛИН, А. А. АНТОНОВ
Научный руководитель А. П. СИВОХИН, канд. хим. наук, доц.
Дзержинский ф-л федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Р. Е. Алексеева»
Дзержинск, Россия

Одними из наиболее эффективных модификаторов вязкости для сырых нефтей являются полиалкилакрилаты с длинными алкильными группами (C_{16} и выше). Введение в их состав аминоксодержащих звеньев может повысить эффективность действия полимера и обеспечить снижение асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО).

Целью данной работы была оценка перспектив применения сополимеров высших алкил(мет)акрилатов с метакриловыми аминоксифирами или аминоксидами для улучшения свойств нефти.

Радикальной (со)полимеризацией в толуоле были получены 3 образца присадок, определены степени ингибирования АСПО с помощью метода «холодного стержня» в модельных смесях гексан-петролатум (табл. 1), а также оценены их свойства в качестве модификаторов вязкости для нефти Астраханского месторождения (температура застывания минус 12 °С).

Табл. 1. Влияние состава вводимых присадок на степень ингибирования АСПО (СИ, %)

№	Состав сополимера	СИ, %
1	Алкилакрилаты $C_{16}-C_{20}$: 2-(Диметиламино)этилметакрилат (9:1)	66
2	Алкилметакрилаты $C_{16}-C_{20}$: 2-(Диметиламино)этилметакрилат (9:1)	17
3	Алкилакрилаты $C_{16}-C_{20}$: N-[(3-Диметиламино)пропил]-метакриламид (9:1)	72

Показано, что такие полимеры существенно снижают вязкость нефти при отрицательных температурах. Образцы полиалкилакрилатов, содержащие 10 % звеньев аминоксифира или аминоксида, эффективно уменьшают количество отложений, в то время как полиалкилметакриловая аминоксодержащая присадка оказалась малоэффективным ингибитором АСПО.

УДК 620.16, 620.17
НАНОКОМПОЗИТ НА ОСНОВЕ МЕДИ ДЛЯ ЗАМЕНЫ СЕРЕБРА
В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОНТАКТАХ

Е. И. ГЕРШМАН, Е. В. КУЗНЕЦОВА, П. Ю. ПЕРЕТЯГИН
Научный руководитель И. С. ГЕРШМАН, д-р техн. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СТАНКИН»
Москва, Россия

В качестве материала для замены серебра в разрывных электрических контактах предложен композиционный материал $\text{Cu}-10\text{б.}\%\text{Al}_2\text{O}_3$. Изготовление композита включало следующие этапы:

- 1) выплавка сплава $\text{Cu}-\text{Al}$;
- 2) перевод сплава в стружку;
- 3) окисление меди;
- 4) восстановление меди окислением алюминия;
- 5) высокоэнергетическая обработка материала в шаровой мельнице;
- 6) восстановление в среде водорода полученного порошка;
- 7) искровое плазменное спекание полученного порошкового материала.

Данный многостадийный процесс позволил получить из исходного сплава $\text{Cu}-\text{Al}$ дисперсно-упрочненный нанокompозитный материал состава $\text{Cu}-\text{Al}_2\text{O}_3$.

В целях определения свойств полученного материала исследовалось его удельное электрическое сопротивление, твердость и предел прочности. Свойства полученного нанокompозита сравнивались со свойствами холоднокатаной меди марки C11000. Испытания по определению потери объема материалов при дуговом воздействии проводились в дуге постоянного тока при однократном воздействии дугового разряда. Стендовые испытания проводили на контакторе при напряжении 50 В, токе 1250 А. Для сравнения износа контактов, изготовленных из серебряного композита $\text{Ag}-\text{CdO}$ и нанокompозита $\text{Cu}-\text{Al}_2\text{O}_3$, стендовые испытания были проведены на контакторе при напряжении 1500 В, токе 1300 А.

Результаты проведенных испытаний показывают, что полученный нанокompозит обладает повышенной прочностью и твердостью по сравнению с медью и теряет в несколько раз меньший объем по сравнению с медью, серебром и композитом $\text{Ag}-\text{CdO}$. Нанокompозит незначительно уступает меди по удельной электропроводности, однако, превышает значение удельной электропроводности композита $\text{Ag}-\text{CdO}$. Главный результат испытаний – более высокая температура разупрочнения нанокompозита по сравнению с температурой разупрочнения меди. Нанокompозит $\text{Cu}-\text{Al}_2\text{O}_3$ способен заменить серебро в разрывных силовых электрических контактах.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ по Соглашению о предоставлении субсидии № 14.577.21.0199 от 27 октября 2015 г., уникальный идентификатор RFMEFI57715X0199.

УДК 62-83
ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ
В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ
С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

В. Т. ВИШНЕРЕВСКИЙ
Научные руководители Г. С. ЛЕНЕВСКИЙ, канд. техн. наук, доц.;
В. Б. ПОПОВ, канд. техн. наук
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Одной из наиболее значительных составляющих категорий электроприводов с распределенными параметрами является автоматизированный электропривод подъемных установок глубоких и сверхглубоких шахт. Подъемная установка глубокой и тем более сверхглубокой шахты обладает своей спецификой с точки зрения систем автоматического управления. Данная специфика обусловлена наличием в механической части данных установок протяженных упругих элементов, которыми являются подъемные канаты.

При работе рассматриваемых установок могут возникать аварийные режимы, связанные с чрезмерным раскачиванием подъемных сосудов. Результатом работы подъемной установки в таком режиме может стать обрыв подъемного каната. Поэтому важным является своевременное предотвращение раскачивания подъемных сосудов.

В настоящее время является затруднительным, с технической точки зрения, оборудование подъемных сосудов шахтной подъемной установки датчиками скорости либо ускорения. Поэтому указанные величины нужно оценивать, используя доступные для измерения координаты вектора состояния рассматриваемой электромеханической системы, а также ее математическую модель.

Оценку вектора состояния электромеханической системы в реальном времени сложно возложить на оператора подъемной установки, поскольку, в данном случае, оператору придется следить одновременно за несколькими изменяющимися во времени величинами, а также оценивать скорость их изменения. Поэтому, в данном случае, целесообразным является использование интеллектуальной системы, имеющей в основе алгоритма функционирования многослойный перцептрон. На вход многослойного перцептрона подается массив данных, состоящий из дискретизированных по времени значений необходимых координат вектора состояния системы. В своем выходном слое многослойный перцептрон имеет один нейрон с сигмоидальной функцией активации. Выходом данного нейрона является вероятность возникновения аварийной ситуации.

УДК 625.7:621.317
УСТРОЙСТВО ВИБРОПОЛОСЫ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

В. С. ЮШКОВ

Научный руководитель И. Г. ОВЧИННИКОВ д-р техн. наук, проф.
АНАПСКИЙ ф-л федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Анапа, Пермь, Россия

Безопасность движения транспортных средств, представляет собой комплекс проблем, решение которых в первую очередь касается мер, направленных на повышение активной безопасности системы «водитель – автомобиль – дорога». Одной из основных эксплуатационных характеристик автомобиля, существенно влияющих на безопасность дорожного движения и экологию, является скоростной режим [1]. Устройство виброполосы в качестве гарантированной процедуры снижения дорожно-транспортных происшествий путем создания некомфортных условий движения транспортных средств и, следовательно, вызывающей на основании созданной ситуации принятие водителем решения о снижении скорости движения или изменении направления движения, требуют оценки технического состояния автомобильной дороги. Основными рекомендуемыми местами устройства виброполос являются: краевая виброполоса наносится на укрепленной части обочины или на полосе безопасности, примыкающей к разделительной полосе; осевая виброполоса размещается по оси дороги двух- или четырехполосных автомобильных дорог, не имеющих разделительной полосы; средняя виброполоса размещается по оси полосы движения на двухполосных автомобильных дорогах и используется, когда параметры автомобильной дороги недостаточны для применения осевой или краевой виброполос [2].

Анализ показал, что создание нового технического средства, представляющего установленную непосредственно на автомобильную дорогу виброполосу позволяет осуществлять контроль усталости утомившегося за рулем водителя, что в свою очередь предотвращает выезд автомобиля на полосу встречного движения или съезд с обочины и тем самым повышает безопасность дорожного движения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юшков, Б. С. Воздействие виброполосы на человека – оператора при движении автомобиля / Б. С. Юшков, В. И. Кычкин, В. С. Юшков // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2013 – № 1. – С. 21–23.
2. Юшков, В. С. Устройство виброполос на автомобильных дорогах для повышения безопасности транспортных средств / В. С. Юшков, Б. С. Юшков // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сб. – 2016. – С. 826–827.

УДК 621.382.002
ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛЕНОК SiOF, ПОЛУЧЕННЫХ РЕАКТИВНЫМ
ИОННО-ЛУЧЕВЫМ РАСПЫЛЕНИЕМ МИШЕНИ ИЗ КВАРЦА

Г. С. ГИЛЬ, Н. С. ФИЛИМОНОВ, С. А. ЮШКЕВИЧ

Научный руководитель Е. В. ТЕЛЕШ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
Минск, Беларусь

В настоящее время разрабатываются новые многоуровневые системы металлизации СБИС с использованием изолирующих диэлектрических слоев с низкой ($\epsilon < 3,8$) диэлектрической проницаемостью для увеличения быстродействия и уменьшения энергопотребления СБИС. Актуальной проблемой является поиск новых материалов с низкой ϵ и разработка современных технологий формирования тонкопленочных слоев из этих материалов. Плёнки SiOF являются перспективными для применения в качестве межуровневого диэлектрика.

Проведено исследование влияния состава рабочего газа на характеристики пленок SiOF, полученных реактивным ионно-лучевым распылением. Формирование пленок осуществлялось источником на основе ускорителя с анодным слоем. Распыляемая мишень представляла собой диск из кварца высокой чистоты. Остаточный вакуум не превышал $3,3 \cdot 10^{-3}$ Па. Рабочими газами служили аргон и фреон-218 (C_3F_8). Плёнки формировались на подложках из кремния и кремния, покрытого пленкой никеля. Температура подложки не превышала 343 К. Компенсация положительного заряда на мишени осуществлялась термоэлектронами.

Покртия формировались при варьировании парциального давления фреона от 0 до $5 \cdot 10^{-2}$ Па. Ускоряющее напряжение составляло 3 кВ, ток разряда ~ 80 мА, ток термокомпенсатора – 13 А. Скорость нанесения снижалась при увеличении парциального давления фреона до $3,99 \cdot 10^{-2}$ Па и находилась в пределах $0,38\text{--}0,58$ нм·с⁻¹.

Электрофизические характеристики покрытий (ϵ , тангенс угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$ и электрическая прочность) исследовались с применением МДМ-структур. Установлено, что до парциального давления фреона $3,3 \cdot 10^{-2}$ Па первые два параметра практически не изменяются. Минимальное значение ϵ составило 2,92 при давлении фреона $1,2 \cdot 10^{-2}$ Па, самые низкие диэлектрические потери $\text{tg}\delta = 0,026$ – при давлении $1,33 \cdot 10^{-2}$ Па. Однако дальнейшее повышение содержания фреона в рабочем газе приводило к резкому росту как ϵ , так и $\text{tg}\delta$. Увеличение парциального давления фреона привело к росту электрической прочности. При давлении $C_3F_8 \sim 2,66 \cdot 10^{-2}$ Па она составила $6,8 \cdot 10^6$ В/см.

УДК 535.317
ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ НИТРАТ-ЦИТРАТНОГО СИНТЕЗА НА
ПОЛУЧЕНИЕ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФЕРРИТА ВИСМУТА

Р. В. ГОЛОВАЧ, *А. А. ХОРТ
Научный руководитель Е. М. ДЯТЛОВА, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
*Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА им. А. В. Лыкова
НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Ортоферрит висмута (BiFeO_3) является высокотемпературным мультиферроиком. Такие материалы одновременно сочетают в себе ферромагнитные, сегнетоэлектрические и ферроэластические свойства. С помощью мультиферроиков могут быть достигнуты дополнительные функциональные параметры приборов, благодаря наличию у них более двух логических магнитоэлектрических параметров, что является востребованным для целого ряда новых устройств.

Целью работы является изучение влияния параметров экзотермического нитрат-цитратного синтеза на структуру, фазовый состав и свойства нанокристаллического ортоферрита висмута.

Образцы BiFeO_3 были синтезированы экзотермическим нитрат-цитратным методом из стехиометрических смесей растворов нитратов висмута и железа. В качестве восстановителя использовалась лимонная кислота, а в качестве окислителя – нитрат аммония. Приготовленные растворы обезвоживались до получения геля, который подвергался термообработке в муфельной печи. Полученные порошки подвергались закалке при различных температурах по режимам, включающим быстрый нагрев и охлаждение.

Рентгенофазовый анализ синтезированных материалов показал, что основной кристаллической фазой всех образцов является ортоферрит висмута с искаженной структурой перовскита. В материале, не подвергнутому закалке, было отмечено присутствие значительной доли аморфизированной фазы, которая кристаллизуется при прокаливании.

Установлено, что по мере повышения температуры закалки материалов, их кристаллическая структура приобретает признаки фазового полиморфизма с характерным расщеплением дифракционных максимумов. Одновременно с этим наблюдается снижение дисперсности исследуемых порошков ортоферрита висмута с 25 нм у не прокаленного до 70 нм у материала после прокаливания.

Разработанные материалы могут быть использованы для изготовления конденсаторов с высокой электрической емкостью, датчиков различного назначения и исполнительных устройств.

УДК 624.01/.04
ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ ГИДРАТАЦИИ ЦЕМЕНТА ПО СЕЧЕНИЮ
ОБРАЗЦОВ ПОСЛЕ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ

Э. В. ШВАЙЛИКОВА
Научный руководитель А. А. ВАСИЛЬЕВ, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
Гомель, Беларусь

Гидратация цемента является одним из основных факторов, определяющих прочностные свойства бетонов. Кроме того, показатель α (степень гидратации цемента) в значительной степени обуславливает состояние защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре.

В настоящее время изучение показателя α выполняется на основе исследования проб, полученных путем измельчения образцов цементного камня небольших размеров ($2 \times 2 \times 2$ см и т.п.), что не дает возможности определить наличие изменения показателя α по сечению образцов и оценить его характер. Поэтому, и общепринято, что степень гидратации цемента является величиной постоянной для одного состава бетона. Кроме того, обычно, исследуют образцы, полученные в условиях нормального твердения.

Для определения α исследовали образцы – кубики сеч. $100 \times 100 \times 100$ мм, изготовленные из цемента марки ПЦ 500 активностью 525 кг/см^2 , нормальной плотностью $27,0 \%$ для различных В/Ц изготовленных с применением тепловлажностной обработки.

Для описания полученных зависимостей для различных В/Ц носит схожий характер в общем виде получили четырех-параметрические уравнения вида

$$\alpha(l) = \begin{cases} -\beta_3 l^3 + \beta_2 l^3 - \beta_1 l^3 + \beta_0 l^3, & l < x \text{ мм}; \\ \alpha_0 - (\alpha_1 - \alpha_2) \cdot \exp(\alpha_3(l - x)), & l \geq x \text{ мм}, \end{cases}$$

где $\alpha_0 - \alpha_3$; $\beta_0 - \beta_3$ – параметры, определяемые методом наименьших квадратов, x – граничное значение участка, мм.

Полученные данные свидетельствуют о необходимости исследования степени гидратации не только от состава цемента, технологических и климатических факторов, но и по сечению цементного камня (бетона), что позволит более объективно оценивать физические и химические процессы, происходящие в бетоне на всех стадиях его создания и эксплуатации.

УДК 624.21.012.4(043.3)
ЖЁСТКОСТЬ И ПРОЧНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С
КОРРОЗИОННЫМИ ПРОДОЛЬНЫМИ ТРЕЩИНАМИ

К. В. ШАМШИНА

Научный руководитель И. Г. ОВЧИННИКОВ, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА»
Пенза, Россия

Коррозионные продольные трещины в защитном слое бетона в изгибаемых железобетонных элементах из тяжёлого бетона без предварительного напряжения уменьшают сцепление бетона с арматурой не менее 70 % от первоначального значения [1].

Влияние коррозионных продольных трещин на изменение кратковременной прочности и жёсткости внецентренно сжатых железобетонных элементов из тяжёлого бетона исследовано автором на девяти экспериментальных образцах. По геометрическим размерам и конструктивному решению опытные элементы являются прямыми моделями железобетонных колонн [2]. Общая длина образцов и размеры их поперечного сечения соответственно составляют 100 см и 12х10 см с толщиной защитного слоя бетона 15 мм. Модели армированы объемным арматурным каркасом с несущей арматурой 4 диаметром 8 мм класса А400.

Образцы испытаны в лабораторных условиях на воздействие кратковременной внецентренно-сжимающей нагрузки с эксцентриситетом $e = 30$ мм. Полученные экспериментальные результаты изменения жёсткости и прочности показывают наличие соответствующих зависимостей: экспоненциальной для значений жёсткости и прямо пропорциональной для прочности. Коррозионные продольные трещины на гранях образцов с усредненными показателями максимальных значений ширины раскрытия $a_{T_{\max}}^{cp} = 0,788$ мм и максимальных значений длины $\ell_{T_{\max}}^{cp} = 140$ мм приводят к снижению жесткости и прочности внецентренно сжатых железобетонных элементов с эксцентриситетом $e = 30$ мм соответственно на 50,3 и 38,4 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Филатов, В. Б.** Влияние эксплуатационных повреждений, снижающих сцепление арматуры с бетоном, на прочность изгибаемых железобетонных конструкций: дис. ... канд. техн. наук / В. Б. Филатов. – М. : НИИЖБ, 1988. – 250 с.
2. **Мигунов, В. Н.** Экспериментально-теоретическое исследование коррозии и долговечности железобетонных конструкций с трещинами : монография в 2 ч. / В. Н. Мигунов. – Пенза : ПГУАС, 2013. – 304 с.

УДК 621.78:621.771.22:669.017:669.153.76
ПУТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБУЕМОЙ НИЗКОЙ ТВЕРДОСТИ
В КОНСТРУКЦИОННОМ ПРОКАТЕ ПРИ СОКРАЩЕНИИ
ДЛИТЕЛЬНОСТИ ОТЖИГА

Т. Н. ГОЛУБЕНКО

Научный руководитель В. А. ЛУЦЕНКО, д-р техн. наук
ИНСТИТУТ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ им. З. И. Некрасова
НАН Украины
Днепр, Украина

Сортовой легированный конструкционный прокат, являющийся основой для производства ответственных деталей в автомобилестроении, имеет повышенные значения твердости (более 250НВ), что может привести к уменьшению стойкости деформирующего инструмента при изготовлении деталей. Низкая твердость сортового проката из легированных сталей обеспечивается отжигом при подкритических температурах 650–700 °С с длительной изотермической выдержкой (более 6 ч), а общая длительность такой обработки может достигать 50 ч.

Исследовалась возможность сокращения длительности термической обработки горячекатаного проката из конструкционной хромомолибденовой стали, содержащей 0,39 % углерода; 1,06 % хрома и 0,25 % молибдена. Исходная микроструктура горячекатаного металла, охлажденного со стандартной скоростью ~0,4 °С/с, состоит из бейнита (65–70 %), пластинчатого перлита (15–20 %) и феррита. Известно, что в более термодинамически неустойчивом бейните структурные превращения проходят быстрее, чем в устойчивом пластинчатом перлите. Согласно термокинетической диаграмме, бейнитную структуру в хромомолибденовой стали можно получить, проводя охлаждение проката в интервале скоростей 0,6–1,7 °С/с. Повышение скорости охлаждения проката до 0,6...0,8 °С/с привело к увеличению количества бейнита до 75–80 % и снижению количества перлита до 5–10 %. После нагрева хромомолибденовой стали до различных температур аустенитизации, и охлаждения в областях промежуточного и сдвигового превращений, изменяется структура стали. Количество бейнита с повышением температуры от 850 до 1050 °С (охлаждение в равных условиях) увеличивается с 40...50 до 65...75 %, а мартенсита – с 10...15 до 30...45 %, что свидетельствует о повышении устойчивости переохлажденного аустенита.

Проведение отжига охлажденного металла с нагревом до подкритической температуры и сокращением выдержки на 3 ч привело к образованию 30 % зернистого перлита и снижению твердости на 25 % (190–205 НВ). Таким образом, при назначении режима термической обработки конструкционного проката для снижения твердости, необходимо учитывать температуру аустенитизации и скорость охлаждения.

УДК 621.382

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПАЙКИ КРИСТАЛЛОВ ИЗДЕЛИЙ СИЛОВОЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ

В. В. ГРИБОВИЧ

Научный руководитель Я. А. СОЛОВЬЕВ, канд. техн. наук, доц.
ОАО «ИНТЕГРАЛ» – управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ»
Минск, Беларусь

В связи с миниатюризацией изделий силовой микроэлектроники (ИСМЭ) и расширением областей их применения предъявляются все более жесткие требования к качеству монтажа кристаллов в корпус. Недостатками наиболее распространенных способов монтажа являются неравномерный нагрев паяемого соединения и отрицательное воздействие применяемой атмосферы. Настоящая работа посвящена обеспечению качества пайки кристаллов ИСМЭ в воздушной среде.

Работу проводили на кристаллах КТД8303А размером 3,4х3,4 мм. На первую группу кристаллов магнетронным распылением последовательно наносили слои Ti, сплав Ni(V) и Ag толщиной 0,1; 0,5; 0,6 мкм соответственно. На вторую группу поверх металлизации Ti/Ni(V)/Ag наносили слои Sn/Pb/Sn электронно-лучевым распылением толщиной 1,0; 8,0; 1,0 мкм соответственно. Кристаллы собирали в металлостеклянный корпус КТ-85 с использованием паяльной пасты F-10. Пайка кристаллов производилась в шестизонной конвейерной печи типа «Астория» в среде воздуха при максимальной температуре 275 °С. После сборки кристаллов в корпус производили измерение напряжения насыщения коллектор-эмиттер ($U_{КЭН}$) при токе коллектора 5 А.

У кристаллов второй группы значения $U_{КЭН}$ были в пределах 0,8–1,0 В. Кристаллы первой группы характеризовались значениями $U_{КЭН}$ 1,54–1,94 В, что обусловлено окислением слоя Ni в процессе сборки кристаллов в среде воздуха.

Таким образом, многослойная металлизация обратной стороны кристалла ИСМЭ Ti/Ni(V)/Ag /Sn/Pb/Sn обеспечивает качество пайки в воздушной среде за счет препятствования окислению слоя Ni и исключению деградации электрических параметров по данной причине, а также не требует применения защитной атмосферы в процессе сборки, что упрощает технологический процесс.

УДК 666.3

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ШЛИКЕРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ПЛИТОК ГРЕС

В. В. ЧИВИЛЬ

Научный руководитель И. В. ПИЩ, д-р техн. наук, проф.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

В технологическом процессе производства керамических плиток используется шликерная технология подготовки массы. Шликер состоит из твердой и жидкой фаз. Чтобы снизить количество испаряемой влаги и тем самым уменьшить расход природного газа на термическое обезвоживание, необходимо уменьшить влажность исходного шликера путем введения электролитов, которые уменьшают количество связанной воды, переводя ее в свободное состояние. Известно, что глинистые частицы, имея отрицательный заряд, удерживают прочносвязанную, рыхлосвязанную и разжижающую воду, которая увеличивается за счет связанной воды.

В качестве электролитов могут использоваться полиакрилат натрия и торфощелочной реагент. Стабилизация шликера достигается в том случае, если электролит введен в шликер в меньшем количестве, чем требуется для полного замещения глинистого комплекса.

Полиакрилат натрия (ПАН) – натриевая соль акриловой кислоты, диссоциирующая в водном растворе, относится к анионным полимерам. Дефлокуляционное воздействие ПАН зависит от его способности адсорбироваться на поверхности минеральных глинистых частиц, придавая им отрицательный заряд, который способствует поддержанию системы в дисперсном состоянии.

Торфощелочной реагент (ТЩР) – натриевая соль гуминовой кислоты, обволакивает глинистые частички, образуя глино-гумусовое стабильное соединение.

Эффективность совместного действия обусловлена эффектом синергизма, заключающегося в усилении воздействия на реологические свойства керамического шликера, входящих в состав электролитов катионов и анионов.

При введении 0,3 % ПАН и 0,6 % жидкого стекла достигаются следующие показатели (влажность шликера составляет 34,5 %): текучесть через 30 с – 17,07 с; текучесть через 30 мин – 24,58 с; через 1 сутки – 29,89 с; вязкость – 2,13 °Е; коэффициент загустеваемости – 1,194; pH – 9,3.

УДК 624.012.2

ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОЙ
НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ

Е. С. ЧЕРНЕВА

Научный руководитель Е. В. КЛИМЕНКО, д-р техн. наук, проф.
ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
И АРХИТЕКТУРЫ
Одесса, Украина

За последние 5 лет были проведены испытания поврежденных строительных конструкций. Опытные образцы были выполнены из разных строительных материалов, под разные виды загрузки, различного сечения, с варьируемыми параметрами повреждений, максимально приближенных к повреждениям реальных конструкций в процессе эксплуатации. Целью данных испытаний было изучить характер распределения напряжений и определить величину остаточной несущей способности конструкций. Инновационность данной работы заключалась в создании единой методики расчета резерва прочности конструкций, которая гарантировала бы получение максимально точных значений, подкрепленных результатами испытаний.

Для достижения данной цели были испытаны:

- поврежденные бетонные сжатые столбы прямоугольного сечения;
- поврежденные железобетонные колонны прямоугольного сечения;
- поврежденные железобетонные колонны круглого сечения;
- поврежденные железобетонные колонны различной гибкости ($H = 1$ м, 1,75 м, 2,5 м);
- поврежденные железобетонные балки прямоугольного сечения;
- поврежденные железобетонные балки таврового сечения;
- поврежденные кирпичные центрально и внецентренно сжатые столбы.

В поврежденных элементах происходит изменение напряженного состояния. В случае, когда фронт повреждения не параллелен ни одной из главных осей поперечного сечения сжатого элемента или не перпендикулярен плоскости изгиба, имеет место сложное напряженное состояние, а именно косо-внецентренное сжатие или косо-изгиб. Для каждого случая составляется система уравнений, решение которой даёт возможность определить остаточную несущую способность элемента и оценить возможность его дальнейшей эксплуатации.

УДК 666.3-127

ПОЛУЧЕНИЕ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ
МЕТОДОМ ИНИЦИИРУЕМОЙ ЭКЗОТЕРМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

Н. Н. ГУНДИЛОВИЧ

Научный руководитель Ю. Г. ПАВЛЮКЕВИЧ, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Создание современных микрофильтрующих керамических изделий включает в себя несколько этапов: получение макропористой подложки, синтез и нанесение микрофильтрующего мембранного покрытия.

Тонкодисперсные порошки для получения мембранных покрытий в системе $Al_2O_3-R_xO_y$, где R_xO_y – ZnO , CuO , Fe_2O_3 и MnO_2 , были синтезированы методом иницируемой экзотермической реакции (Solution combustion synthesis). Реакционная смесь состояла из гомогенно распределенных солей металлов, взятых в стехиометрическом соотношении, и органического вещества. Нитраты металлов ($Al(NO_3)_3$, $Zn(NO_3)_2$, $Cu(NO_3)_2$, $Fe(NO_3)_3$ и $Mn(NO_3)_2$) использованы в качестве окислителя, а органическое соединение (мочевина) – в качестве восстановителя (топлива). Реакционную смесь упаривали при температуре 70 °С до образования прекурсора, который затем подвергали термообработке при 500 °С в течение 10 мин, в процессе которой происходила экзотермическая реакция, сопровождаемая разогревом смеси до 1400–1500 °С и выделением большого количества газа.

Синтезированные тонкодисперсные порошки применялись для приготовления водных суспензий влажностью 40–45 %, из которых методом пленочного литья наносились мембранные покрытия на поверхность обожженных подложек. Образец с нанесенным покрытием подвергался сушке при температуре 95 °С в течение 3 ч, затем поступал на обжиг при 1200–1300 °С, с выдержкой при максимальной температуре в течение 1 ч.

Структура полученных образцов представлена двухслойным пористым проницаемым материалом. Толщина мембранного покрытия составляет 30–60 мкм, наблюдается проникновение частиц мембранного слоя в поры подложки на глубину 5–15 мкм. Мембранное покрытие имеет однородную бездефектную структуру, характеризующуюся развитой сетью открытых каналобразующих пор щелевидной формы, средний эквивалентный диаметр которых – 1–4 мкм. Разработанные микрофильтрующие материалы обладают механической прочностью при сжатии – 17,59–22,31 МПа, коэффициентом проницаемости – $(1,573–1,669) \cdot 10^{-14} \text{ м}^2$.

УДК 666.766:[666.321+614.842.615]

ПОЛУЧЕНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ
МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ

Е. М. ДЯТЛОВА, Р. Ю. ПОПОВ, Е. О. БОГДАН, Д. С. БЕЛУГИН

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

В настоящее время для тепловой изоляции ограждающих конструкций зданий, технологического оборудования и различных теплотехнических установок широко применяются теплоизоляционные материалы, характеризующиеся невысокой теплопроводностью и значительной пористостью. Среди различных видов теплоизоляционных материалов широкое распространение получили керамические алюмосиликатные изделия, характеризующиеся низкой теплопроводностью (около $0,174 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$) и высокой пористостью (более 45 %). В Республике Беларусь теплоизоляционные алюмосиликатные изделия не выпускаются и являются предметом импорта из стран СНГ и ближнего зарубежья.

Для получения теплоизоляционных материалов применялись следующие сырьевые компоненты: каолин месторождения «Дедовка» (Республика Беларусь), обогащенный мокрым способом, глина «Керамик-Веско» (Украина), гипсовое вяжущее марки Г-5 и синтезированный алюмосиликатный шамот. Для создания ячеистой структуры использовался пенообразователь «Барьер-пленкообразующий» для тушения пожаров с истекшим сроком годности, но как показали исследования, сохранивший, вполне приемлемые пенообразующие свойства. Образцы теплоизоляционных материалов получали методом литья приготовленного шликера в специальные формы с последующим подвяливанием, сушкой и обжигом полуфабриката в интервале температур 1200–1300 °С.

Полученные материалы характеризовались следующими физико-техническими свойствами: водопоглощение 61,1–72,6 %, кажущаяся плотность 640–880 кг/м³, пористость 41,4–65,0 %, прочность при сжатии 1,35–2,50 МПа, коэффициент теплопроводности 0,20–0,35 Вт/(м·К). Установлено, что требуемые показатели пористости материала обеспечиваются равномерно распределенными по объему порами, характеризующимися изометричной формой и средним размером 750 мкм.

Проведенные исследования показали целесообразность применения глинистого сырья Беларуси и утилизируемого пенообразователя «Барьер-пленкообразующий» для получения эффективных ячеистых теплоизоляционных керамических материалов.

УДК 625.724

ВЛИЯНИЕ ТЯГОВЫХ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЯ НА
КОЭФФИЦИЕНТ СЦЕПЛЕНИЯ И ОБРАЗОВАНИЕ КОЛЕЙНОСТИ

И. А. ЧЕЛУШКИН

Научный руководитель И. Г. ОВЧИННИКОВ, д-р тех. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пермь, Россия

В настоящее время одной из наиболее актуальных проблем, возникающих при эксплуатации многих автомобильных дорог, является интенсивное колееобразование на асфальтобетонном покрытии. Колееобразование является следствием взаимодействия комплекса различных факторов, обусловленных свойствами материалов, особенностями конструкций дорожных одежд, характером и режимом нагружения.

Колея возникает от приложенной нагрузки под колесом автомобиля, передвигающегося по покрытию дороги как при прямолинейном движении, так и при криволинейном движении на участках поворота.

Как показали исследования, величина угла поворота дороги не влияет на колееобразование, влияет только характер движения автомобиля исходя из параметров плана дороги и скорости движения самого автомобиля. Колея наблюдается на участках, где коэффициент сцепления, рассчитанный из параметров сил, действующих на колесо автомобиля, как минимум на 10 % превышает величину, требуемую по нормативам при сдаче дороги в эксплуатацию (0,44). Процесс образования колеи связан с взаимодействием шины и покрытия непосредственно в зоне пятна контакта, и вызван увеличением действия боковых сил на колесо. Проведенный анализ показал, что на участках с колеиностью необходимо повышать коэффициент сцепления с целью обеспечения устойчивости автомобиля в повороте исходя из скорости движения последнего не только по критериям исключения заноса и опрокидывания, но и с учетом воздействия боковых сил от колеса на покрытие. Исследования показывают, что величина нагрузки на колесо автомобиля, движущегося в повороте дороги (≥ 1 МПа) не менее чем в 1,5 раза выше принимаемой при проектировании (0,6 МПа).

При исследовании образования колеи на прямых участках удалось установить, что важной причиной является интенсивность разгона, заключающаяся в изменении динамического сцепного веса автомобиля и прилагаемых сил тяги к ведущим колесам в зависимости от скорости и выбранной передачи (в России ограничена лишь максимальная скорость, но никак не время ее достижения, а значит и протяженность участка разгона). Протяженность участка от начала разгона составляет величину около трехсот метров, что означает, что львиная доля улично-дорожной сети городов подвержена колееобразованию. Побочным результатом исследования стало выявление усредненного центра тяжести автомобиля в горизонтальной плоскости – им является высота светотеневой границы фар.

УДК 691.3
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ
МАТЕРИАЛОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

А. Е. ФОМИН
Научный руководитель В. С. ЛЕСОВИК, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. Шухова»
Белгород, Россия

Улучшение качества нашей жизни сопровождается переходом на строительные материалы нового поколения с комбинированными свойствами (конструкционно-отделочные, конструкционно-теплоизоляционные, теплозвукоизоляционные, декоративно-защитные и т.д.). В этом плане эффективными можно считать ячеистые материалы автоклавного твердения. Техничко-экономическая эффективность создания принципиально новых свойств данного материала и расширение его номенклатуры может быть основана на переоценке энергетического потенциала сырьевой базы. Накопленный за последние несколько лет опыт применения нетрадиционных подходов к решению поставленной задачи позволил наработать ряд технических решений. Установлено, что активность компонентов зависит от генетических особенностей сырья: дефекты кристаллов (напряжения, дислокационные и точечные нарушения, микротрещины, микровключения), полиморфизм, структурная морфология гетерозернистых систем [1, 2]. Это уже реализовано в рамках научных положений геоники (геомиметики), что позволило создавать материалы с направленной регулируемой структурой, интеллектуальные композиты. Применение данных подходов позволит влиять на долговечность автоклавных изделий в условиях их эксплуатации, значительно повысить ресурс сырьевой базы, улучшить их надежность и способность к активному взаимодействию с внешними факторами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лесовик, В. С. Кристаллогенетические аспекты техногенного метасоматоза в строительном материаловедении / В. С. Лесовик, Е. В. Фомина // Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию заслуж. деятеля науки РФ, чл.-корр. РААСН, д-ра техн. наук, проф. В. С. Лесовика. – Белгород : БГТУ им. В. Г. Шухова, 2016. – С. 151–156.
2. Лесовик, В. С. Строительные материалы. Настоящее и будущее / В. С. Лесовик // Вестник МГСУ. – 2017. – Т. 12. – № 1 (100). – С. 9–16.

УДК 666.295
МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫЕ БАЗАЛТСОДЕРЖАЩИЕ ГЛАЗУРИ

Е. А. ЕРШ
Научный руководитель И. А. ЛЕВИЦКИЙ, д-р техн. наук, проф.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Одним из перспективных направлений в области получения декоративных покрытий керамических плиток является разработка составов глазурей, обладающих эффектом металлизации. Для обеспечения данного эффекта преимущественно используются оксиды меди. В настоящем исследовании изучалась возможность получения металлизированных покрытий керамических плиток для полов, отличающихся пониженным содержанием CuO . При этом для обеспечения требуемого декоративного эффекта, кроме оксида меди (II) в состав глазури вводился базальт, который, как известно, может применяться в качестве природного окрашивающего компонента для получения цветных покрытий темно-коричневой цветовой гаммы.

Сырьевая композиция для получения полуфриттованных глазурей включала следующие компоненты, мас. %: базальт – 34,0–44,0; CuO – 8,0–14,0; алюмоборосиликатную фритту ОР (патент РБ № 15539) – 18,0–24,0; при постоянном содержании технического глинозема, каолина, огнеупорной глины и доломита, суммарное количество которых – 30,0 мас. %.

Визуальная оценка показала, что в исследуемой системе сырьевых материалов формируются качественные металлизированные покрытия. Значения физико-химических свойств глазурных покрытий измерялись в соответствии с ГОСТ 27180–2001 и приведены в табл. 1.

Табл. 1. Физико-химические свойства металлизированных глазурей

Свойства	Показатели свойств покрытий
Цвет покрытий	Темно-серый
Блеск, %	32–43
Микротвердость, МПа	5550–7000
Твердость по шкале Мооса	5,5–6,5
ТКЛР, $\alpha \cdot 10^7, \text{K}^{-1}$	59,0–73,1
Термическая стойкость, °С	150
Химическая стойкость	Химически стойкие
Степень износостойкости	1–2

Таким образом, в выбранной системе сырьевых материалов формируются качественные глазури темно-серого цвета с эффектом металлизации, отвечающие по физико-химическим свойствам и декоративно-эстетическим характеристикам требованиям ГОСТ 6787–2001, что свидетельствует о возможности их использования в промышленном производстве.

А. С. ЗЕМЛЯКОВ

Научный руководитель Я. А. СОЛОВЬЕВ, канд. техн. наук, доц.
ОАО «ИНТЕГРАЛ» – управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ»
Минск, Беларусь

Эпитаксия – процесс наращивания монокристаллических слоев на подложку, при котором кристаллографическая ориентация наращиваемого слоя повторяет кристаллографическую ориентацию подложки. Одной из проблем в данной области является автолегирование – перенос неконтролируемых примесей из сильнолегированного слоя в слаболегированный. Этот процесс является причиной уменьшения эффективной толщины эпитаксиальных слоев (ЭС), что приводит к изменению электрических параметров интегральных схем (ИС).

Настоящая работа посвящена разработке технологии эпитаксиального наращивания кремния с уменьшенным уровнем автолегирования бором из p^+ скрытых слоев.

Эпитаксиальное наращивание проводилось на установке PE2061S в структуре, содержащей подложку КДБ10(111) со скрытыми слоями 6 КЭС 25 и 1,95 КДБ 510. В качестве реакционных газов использовались $\text{SiCl}_4 + \text{H}_2$. Для первой группы пластин процесс наращивания проводился в одну стадию при температуре 1180 ± 10 °С до получения толщины ЭС – 14,5 мкм. Для второй партии пластин процесс проводился в две стадии. Первоначально наращивался ЭС толщины порядка 1,5 мкм при температуре 1100 °С, а затем при температуре 1180 ± 10 °С до получения толщины ЭС – 14,5 мкм.

Затем проводились исследования легированных областей путем изготовления косых шлифов и их декорированием в травителе Райта, измерение глубин залегания p - n переходов примесей осуществляли с помощью интерферометра МИИ-4.

Определено, что средняя эффективная толщина ЭС в первой группе 12,60 мкм, во второй группе 13,21 мкм. Это объясняется уменьшением уровня автолегирования бором из скрытых слоев через газовую фазу, так как с понижением температуры уровень легирования примесью p -типа уменьшается.

В результате работы было установлено, что проведение процесса с пониженной температурой в первой стадии толщина переходного слоя уменьшилась более чем на 40 % по сравнению с процессом в одну стадию при постоянной температуре.

И. М. ТОЛОЧИНЕЦ

Научный руководитель Л. А. СИВАЧЕНКО д-р техн. наук, проф.
Учреждение образования
«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Барановичи, Могилев, Беларусь

В сфере сыпучих материалов наиболее частое применение находят наклонные вибрационные грохоты. Эффективность разделения материалов при правильно подобранных параметрах может достигать 97 %. Одной из разновидностью вибрационного грохота является пружинный грохот. В данной работе представлена схема экспериментальной установки пружинного грохота (рис. 1).

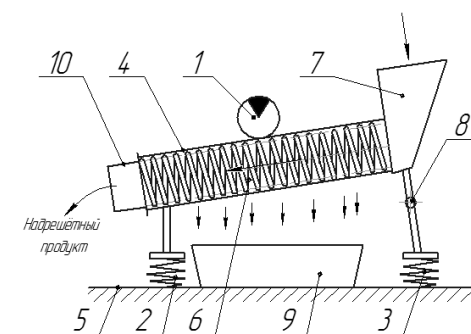


Рис. 1. Схема экспериментальной установки пружинного грохота: 1 – вибропривод; 2, 3 – амортизаторы; 4 – корпус; 5 – рама; 6 – просеивающая поверхность; 7 – загрузочный патрубок; 8 – устройство для регулировки угла наклона; 9 – сборник материала; 10 – механизм регулирования границы разделения

Экспериментальная установка пружинного грохота представляет собой аппарат для просеивания. Исходный материал поступает на установку и под действием сил вибрации продвигается к выходу по пружине. Частицы исходного материала соударяются между собой, а также сталкиваются со стенками рабочей камеры и пружины.

Опытным путем подобрать параметры, которые будут соответствовать максимальной эффективности, довольно сложно, поэтому необходима разработка математической модели процесса разделения на основе анализа движения частиц сыпучих материалов относительно поверхности, обобщающей результаты теоретического анализа работы грохота. Вместе с тем, физические характеристики материалов сыпучих материалов можно установить только экспериментальным путем, поэтому математическое моделирование не исключает проведение экспериментальных исследований.

М. А. ТИМОФЕЕВА

Научный руководитель М. В. ДРАПАЛЮК, канд. техн. наук, доц.
ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
И АРХИТЕКТУРЫ
Одесса, Украина

Эффективность конструкций, эксплуатирующихся в агрессивных средах, определяется приведенными затратами на изготовление конструкций, возведение зданий и сооружений, затратами на защиту от коррозии, ремонт, а также издержками в народном хозяйстве от простоев производств во время ремонта конструкций. Высокая технико-экономическая эффективность железобетонных колец в значительной мере определяется их долговечностью при минимальных затратах на их содержание в процессе эксплуатации. Поэтому используя технологию сухого формования с тщательно подобранным составом компонентов бетонной смеси можно получить изделия повышенной прочности, долговечности и трещиностойкости при заданных характеристиках.

Введение в бетон добавок, снижающих концентрацию напряжений на границе раздела фаз с различными упругими характеристиками, существенно уменьшает размах колебаний и пределы изменений максимальной и минимальной деформации и напряжений в процессе разрушения бетона. Демпфирующие компоненты способны перераспределить локальные напряжения в бетоне среди его компонентов с различной упругостью. Минеральные добавки различной природы в качестве демпфирующих компонентов независимо от степени гидравлической активности оптимизируют деформативные свойства цементного камня и бетона при практически постоянной прочности при сжатии. Это происходит благодаря пониженной жесткости минеральных добавок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Соломатов, В. И.** Интенсивная технология бетонов / В. И. Соломатов, М. К. Тахиров, Мд. Тахер Шах. – М. : Стройиздат, 1989. – 264 с.
2. **Комохов, П. Г.** Технологические свойства бетонной смеси с пластификатором Л-1 / П. Г. Комохов, М. М. Сычев, М. И. Курашев // Современная технология производства работ в строительстве: материалы семинара. – Л., 1983. – С. 33–37.

Д. А. ЗЕРНИЦА, Е. Н. ГАЛЕНКО, А. В. ГУНЕНКО

Научный руководитель В. С. САВЕНКО, д-р техн. наук, проф.
Учреждение образования
«МОЗЫРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. И. П. Шамякина»
Мозырь, Беларусь

В работе представлены результаты микроструктурных исследований деформационного магния при реализации электропластической деформации (ЭПД) импульсным током плотностью $10^3\text{--}10^4\text{ А/мм}^2$ и длительностью 10^{-5} с в условиях многопереходной прокатки.

Исследования проводились на образцах магния, один из которых подвергался многоходовой прокатке, включающей 35 переходов, в условиях ЭПД, а второй, контрольный, проходил прокатку без тока. Для изучения микроструктуры был использован растровый электронный микроскоп LEO 1455VP (CarlZeiss). С помощью прибора «Пост микроконтроль МК-3», используя программу AutoscanObjects, проводился морфологический анализ изображения.

Деформационные характеристики образцов с током и без тока по различным параметрам показали существенную зависимость микроструктуры от внешних энергетических воздействий. С увеличением размера зерна прочность и ударная вязкость снижается (рис. 1).



Рис. 1. Сравнительный график по параметру площади

Таким образом, при воздействии импульсным током на образец, нагруженный выше предела текучести, изменяются его прочностные характеристики, структура становится более мелкозернистой, внутри материала появляются зоны рекристаллизации (размер зерна 1–3 мкм).

УДК 537.226.4
ЗАВИСИМОСТЬ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТВЕРДЫХ
РАСТВОРОВ СИСТЕМЫ $(1-x)\text{NaNbO}_3 - x\text{Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ
И ЧАСТОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Я. Ю. ЗУБАРЕВ

Научный руководитель Л. А. РЕЗНИЧЕНКО, д-р физ.-мат. наук, проф.
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Ростов-на-Дону, Россия

В данной работе представлены термочастотные исследования действительной части комплексной относительной диэлектрической проницаемости, $\varepsilon'/\varepsilon_0$, и тангенса угла диэлектрических потерь, $\text{tg}\delta$, твердых растворов и соединений бинарной системы $(1-x)\text{NaNbO}_3 - x\text{Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$. На рис. 1. представлены соответствующие термочастотные зависимости. В докладе дано научное истолкование достигнутым результатам.

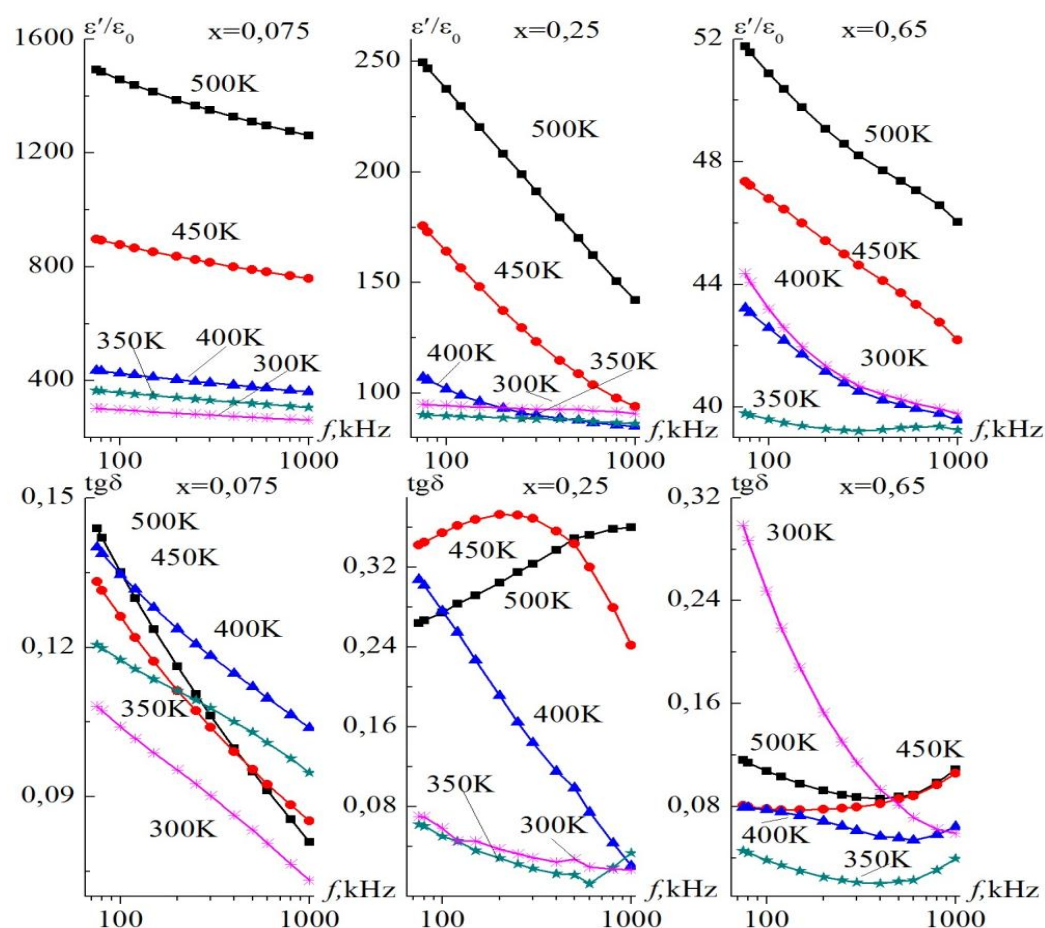


Рис. 1. Термочастотные зависимости

Результаты получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России: проекты №№ 3.6371.2017/8.9; 3.6439.2017/8.9.

УДК 691.3
СОПРОТИВЛЕНИЕ МЕСТНОМУ СЖАТИЮ ЛЕГКИХ БЕТОНОВ НА
ОСНОВЕ КЕРАМЗИТА ЗАВОДОВ БЕЛАРУСИ

И. Б. ТИМОФЕЕВ

Научный руководитель С. Д. СЕМЕНЮК, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Для исследования прочности и деформативности при местном осевом сжатии разработаны и изготовлены опытные образцы в условиях заводского производства с использованием имеющихся в Республике Беларусь исходных материалов.

Программа испытаний местного сжатия образцов из керамзитобетона класса C16/18 производится на кубах, призмах и цилиндрах. В образцах в качестве легкого заполнителя используется керамзитовый гравий фракции 4...10, производства ОАО «Завод керамзитового гравия г. Новолукомль». В качестве мелкого заполнителя используется кварцевый песок.

Стальные штампы принимаются следующих размеров: 20x20x10мм, 40x40x20мм, 60x60x20мм, Ø60x20мм, Ø40x10мм.

В начале испытаний образец помещается и центрируется на плите прессы при помощи геометрических рисок, а затем, для достижения концентричности приложения усилия, центрируется стальной штамп на образце при помощи измерительных приборов.

Обработка результатов испытаний заключается в последовательном определении следующих величин, рассчитанных по полученным экспериментальным данным:

- 1) определение средних абсолютных значений перемещений (осадок) по 3 группам индикаторов для каждой ступени загрузки образца;
- 2) расчет нормальных напряжений в испытываемом образце и в области непосредственно под штампом;
- 3) определение абсолютного значения осадки металлического штампа для последующего учета в общей суммарной осадке;
- 4) определение абсолютного значения осадки бетона образца в области местного непосредственно под штампом исходя из среднего значения осадок, определенных в п. 1;
- 5) построение графиков зависимости напряжений в области бетона опытного образца, находящейся непосредственно под штампом, от рассчитанных в п. 4 осадок бетона образца под штампом при местном сжатии;
- 6) для возможности дальнейшего анализа равномерности распределения напряжений по массиву образца, построение графиков зависимости осадок, от прикладываемых нагрузок N , т.

УДК 624.012.04

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ
СТАЛЕФИБРОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

П. О. СУНАК, Ю. А. МЕЛЬНИК, *А. В. МЕЛЬНИК, Б. О. ПАРАСЮК
ЛУЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
*ВОСТОЧНОЕВРОПЕЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Леси Украинки
Луцк, Украина

Универсальным методом для оценки надежности конструкций является метод статистических испытаний Монте-Карло [1]. В его основе лежат моделирование статистического эксперимента на ЭВМ и регистрация числовых характеристик распределения, получаемых в этом эксперименте. К преимуществам этого метода можно отнести достаточно простую схему вычислений, малую чувствительность к ошибкам, простоту оценки точности полученных результатов, отсутствие каких-либо ограничений на вероятностные характеристики дифференциальных функций, используемых в эксперименте. Иногда для функций, не являющихся строго линейными, но практически мало отличающихся от линейных, а случайные величины, используемые в расчете, имеют нормальный закон распределения, применяется метод линеаризации функции случайных аргументов.

При оценке надежности внецентренно сжатого сталефибробетонного (СФБ) элемента, который работает с малыми эксцентриситетами эту задачу решено двумя методами – методом Монте-Карло и методом линеаризации. В статистическом эксперименте рассмотрено прямоугольный СФБ элемент с отношением сторон $b \times h$ как 3×5 , армированный фибрами из низкоуглеродистой проволоки, при классах бетона матрицы В10, В20, В30. Коэффициент фибрового армирования менялся от 0,5 % до 3,5 %. На всем диапазоне изменения класса бетона матрицы и процента фибрового армирования расхождения результатов определения надежности внецентренно сжатого СФБ элемента, который работает с малыми эксцентриситетами составила от 0,03 % до 0,53 %, что можно считать уже большим. Поэтому очевидно метод линеаризации в данном случае является не весьма корректным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Барашиков, А. Я.** Надійність будівель і споруд / А. Я. Барашиков, М. Д. Сирота. – Київ, 1998. – 204 с.
2. **Сунак, О. П.** Сталефібробетонні конструкції: навч. посібник / О. П. Сунак. – Луцьк : Медіа, 1999.

УДК 66.0

БИОРАЗЛАГАЕМАЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНАЯ КОМПОЗИЦИЯ

А. О. ИГНАТЕНКО, Н. А. ЩЕРБИНА, *Е. В. БЫЧКОВА
Научный руководитель Л. Г. ПАНОВА, д-р хим. наук, проф.
БАЛАКОВСКИЙ ИНЖЕНЕРНО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ф-л)
федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»
*ЭНГЕЛЬССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ф-л)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Ю. А. Гагарина»
Балаково, Энгельс, Россия

В последние десятилетия интенсивно ведутся разработки в области синтеза экологически безопасных полимерных композиций, обладающих способностью к биоразложению. Полимерный композиционный биоразлагаемый материал (ПКБМ) представляет собой смешанную многокомпонентную систему, обеспечивающую высокие физико-механические свойства и приемлемую цену. Основные методы получения ПКБМ: экструдирование механической смеси полимеров; получение смешанного раствора компонентов в общем для них растворителе и формирование пленочных изделий методом испарения из раствора; приготовление суспензии нерастворимого компонента в растворе полимера и приготовление готовой формы, а также методом испарения из раствора. Наиболее перспективным биоразлагаемым полимером является полилактид (ПЛА) – продукт конденсации молочной кислоты, который получается из возобновляемого сырья.

Цель данной работы заключается в исследовании зависимости структуры и свойств биоразлагаемой пленки, получаемой из полилактида, от состава термопластичной композиции. В качестве наполнителя использовали кукурузный и/или картофельный крахмал.

Образцы пленок изготавливались методом полива на стеклянную поверхность раствора ПЛА в хлороформе. При изготовлении композиционных пленок наполнитель вводился в раствор полилактида. Свежесформованная пленка дозревала в сушильном шкафу при комнатной температуре одни сутки и снималась с подложки.

Определены физико-механические свойства композиций. Отмечается существенная качественная зависимость морфологии поверхности образцов, наполненных смесью крахмалов, от соотношения амилозы и амилопектина в исходных наполнителях.

О. В. КИЧКАЙЛО, Л. В. КУЗЬБАР

Научный руководитель И. А. ЛЕВИЦКИЙ, д-р техн. наук, проф.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Целью настоящего исследования является разработка керамических литийалюмосиликатных материалов с близкими к нулю значениями температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР) для изготовления как кухонной посуды, предназначенной для приготовления пищи на любых источниках нагрева, так и для конструктивных элементов, способных работать в современных установках (индукторах, печах сопротивления, лазерах, плазмотронах, атомных реакторах и т.п.) в условиях резких температурных перепадов, не разрушаясь при этом и сохраняя высокие эксплуатационные свойства.

Исследования проводились в системе компонентов: глина огнеупорная – каолин – песок кварцевый – карбонат лития – технический глинозем. В целях активизации спекания использовались апатитовый концентрат, ортофосфат кальция и ортофосфат магния, которые вводились в количестве 2, 4 и 6 мас. % сверх 100 мас. % при помолке компонентов. Опытные образцы изготавливались по технологии полусухого прессования со шликерной подготовкой массы и последующим обжигом в электрической печи в температурном интервале $(1100-1200) \pm 10$ °С с выдержкой в течение 1 ч.

Установлено, что добавки 6 мас. % апатитового концентрата и ортофосфата магния наиболее активно интенсифицируют процесс спекания литийалюмосиликатной керамики, что позволяет при температуре обжига 1200 °С получить материалы со следующими физико-химическими свойствами: водопоглощение – 0,1–0,9 %, открытая пористость – 0,2–1,9 %, кажущаяся плотность – 2000–2160 кг/м³, ТКЛР – $(0,29-0,43) \cdot 10^{-7}$ К⁻¹, термостойкость – более 100 теплосмен.

Рентгенофазовым анализом установлено, что основной кристаллической фазой материалов являются β-сподуменовые твердые растворы. Получение указанной фазы наиболее целесообразно, так как именно она характеризуется низкими значениями ТКЛР, что обеспечивает высокую термостойкость изделий.

Полученные данные свидетельствуют о перспективности и целесообразности использования материалов данной системы, что обеспечивает возможность получения термостойких изделий многофункционального назначения.

К. А. СТРЕЛЬЦОВ

Научный руководитель И. В. БАРАБАШ, д-р техн. наук, проф.

ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ

Одесса, Украина

В каркасно-монолитном строительстве жилых домов, предусматривается использование тяжелых бетонов средней плотностью 2400÷2450 кг/м³ и легких бетонов средней плотностью 1400÷1800 кг/м³. В таких бетонах крупный заполнитель занимает до 50 % объема. В зависимости от вида крупного заполнителя – плотного или пористого, получают тяжелые или легкие бетоны. Представляют интерес бетоны, в которых гранитный щебень, частично, заменен на керамзитовый гравий. Бетоны на такой смеси заполнителей можно назвать облегченными, поскольку их средняя плотность (1850÷2000 кг/м³) находится в диапазоне между тяжелыми и легкими бетонами.

Установлена высокая однородность распределения керамзитового гравия в смеси заполнителей «гранитный щебень – керамзитовый гравий» после вибрации в течение 5 минут. Разница в средних плотностях смеси заполнителей нижнего и верхнего цилиндров не превышает 5–6 %.

Частичная замена гранитного щебня керамзитовым гравием позволяет получать облегченные бетоны средней плотностью от 1850 кг/м³ до 2000 кг/м³ и прочностью от 25,6 МПа до 29 МПа соответственно. Механоактивация вяжущего позволяет получать бетоны аналогичной средней плотности с прочностью при сжатии 34–45 МПа.

Результаты эксперимента свидетельствуют о том, что бетоны на данной смеси заполнителей «гранитный щебень – керамзитовый гравий» характеризуются повышенным на 11–24 % звукопоглощением и пониженным на 39–50 % коэффициентом теплопроводности по сравнению с тяжелым бетоном. Частичная замена гранитного щебня керамзитовым гравием приводит также к повышению ударной стойкости облегченного бетона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стрельцов, К. А. Облегченные бетоны на механоактивированном вяжущем / К. А. Стрельцов, И. В. Барабаш, В. Д. Матковский // Будівельні конструкції. – 2009. – № 72 – С. 525–527.

Л. Л. СОТНИК

Научный руководитель Л. А. СИВАЧЕНКО, д-р техн. наук, проф.

Учреждение образования

«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Барановичи, Могилев, Беларусь

Поиск теоретически и экспериментально обоснованных рациональных параметров, определяющих эффективный режим работы вибровалкового измельчителя, является актуальной научно-технической задачей, решение которой имеет большое практическое значение.

Основными звеньями вибровалкового измельчителя являются два цилиндрических вала, приводимые в движение отдельными электродвигателями. Первый из них совершает абсолютное вращательное движение, второй – составное.

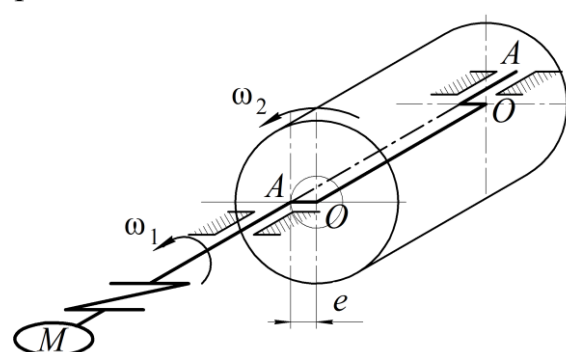


Рис. 1. Схема валка

Динамическое воздействие на измельчаемую среду в зоне разрушения зависит от кинематических характеристик движения валков. Исследуем движение валка совершающего составное движение (рис. 1).

Контактирование валка и эксцентрика осуществляется через подшипники, которые рассматриваются как внутренняя связь в системе. Внешней

связью служат подшипники A, установленные на раме (корпусе) измельчителя. Значит механическая система вал-эксцентрик-валок имеет две степени свободы. Описанная механическая система теоретически допускает три варианта движения:

- 1) круговое поступательное движение, определяемое вращением эксцентрика;
- 2) составное поступательно-вращательное;
- 3) вращательное движение вокруг оси AA.

Проведённый теоретический анализ движения валка установленного на эксцентриковом валу, описывает кинематические параметры рабочего процесса, позволяет установить закономерности функционирования вибровалкового измельчителя, как сложной технической системы.

В. И. КОМАРОВА, Д. О. ИСКАНДАРОВА, Д. В. ОРДА

Научный руководитель А. И. КОМАРОВ, канд. техн. наук

Государственное научное учреждение

«ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ НАН Беларуси»

Минск, Беларусь

С развитием машиностроения все большие требования предъявляются к конструкционным материалам, а именно к повышению их эксплуатационных характеристик. Таким материалом является поршневой сплав АК12М2МгН, литая структура которого не обеспечивает необходимый уровень свойств. Наиболее действенным способом улучшения структуры является модифицирование, приводящее к ее диспергированию [1]. В работах [1, 2] было исследовано влияние на структуру сплава наночастиц AlN, AlB₂, TiC, α -Al₂O₃ из которых следует, что введение данных соединений приводит к улучшению микроструктуры сплава.

Модифицирование расплава углеродными нанотрубками (УНТ) в количестве 0,05 мас.% приводит к диспергированию дендритной структуры и увеличению доли эвтектики, при этом интерметаллидные включения располагаются в зернах α -фазы, способствуя разбиению больших α -областей на более мелкие зерна (рис. 1,б). При введении в расплав УНТ совместно с медью в количестве 0,25 мас. % наблюдается диспергирование зерен α -фазы (рис. 1,в) в 1,5–2 раза, увеличение доли эвтектики с размером частиц Si 3–5 мкм, а также диспергирование интерметаллидных включений в 2 раза, что обеспечивает повышение триботехнических и прочностных характеристик.

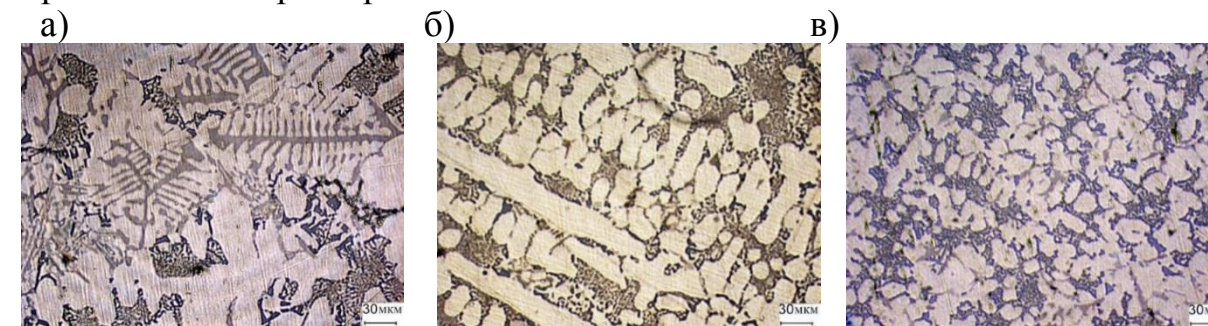


Рис. 1. Микроструктура исходного сплава АК12М2МгН (а) и модифицированных образцов: б – КМ13; в – КМ19

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние фазового состава наноструктурированного тугоплавкого модификатора на структуру и триботехнические свойства сплава АК12М2МгН / П. А. Витязь [и др.] // Трение и износ. – 2013. – Том 34, № 5. – С. 435–445.
2. Комаров, А. И. Синтез карбидо-корундового наполнителя и его воздействие на структуру и свойства поршневого сплава Ак12М2МгН / А. И. Комаров, В. И. Комарова, Д. В. Орда // Механика машин, механизмов и материалов. – 2016. – № 1 (34). – С. 81–86.

В. И. КОМАРОВА, Д. В. ОРДА
Научный руководитель А. И. КОМАРОВ, канд. техн. наук
Государственное научное учреждение
«ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

В Объединенном институте машиностроения НАН Беларуси разработан способ синтеза композиционного нанонаполнителя, содержащего частицы TiC и α -Al₂O₃, на основе микропорошка оксида титана и реакционно-активных элементов (алюминий и углерод) [1, 2]. Синтез наносоединений осуществляется в процессе термической обработки шихты в восстановительной атмосфере. Согласно данным, наноразмерные соединения образуются на поверхности базового порошка или более крупных синтезируемых частицах, которые, с одной стороны, выполняют функцию подложки, на которой протекают химические реакции, а с другой – переносчиком тугоплавких соединений. Синтезируемые частицы имеют форму нановолокон (диаметром до 100 нм, длиной до 3 мкм) и глобул с диаметром 50–80 нм [1, 2].

Исследования показали, что при введении 1–2 % нанонаполнителя TiC- α -Al₂O₃ в структуру сплава АК12М2МгН достигается диспергирование структуры, что приводит к росту микротвердости α -фазы и эвтектики, снижению коэффициента трения в 4–8 раз и значительному повышению износостойкости (износ не обнаружен) [2].

Введение композиции TiC- α -Al₂O₃ в электролит для микродугового оксидирования приводит к объемному модифицированию керамических покрытий (КП) наночастицами TiC, формируемых на сплаве АМг6. Покрытия характеризуются высоким содержанием корунда и имеют толщину до 330 мкм, что в 2 раза превосходит толщину покрытий в базовом электролите. Микротвердость КП возрастает в 1,7 раза, износостойкость – не менее чем в 2 раза, коэффициент трения снижается в 4,5–12 раз [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. а20160246 ВУ. Композиционный порошок и способ его получения / А. И. Комаров, В. И. Комарова, Д. В. Орда. – опубл. 27.06.16.
2. Комаров, А. И. Синтез карбидо-корундового наполнителя и его воздействие на структуру и свойства поршневого сплава Ак12М2МгН / А. И. Комаров, В. И. Комарова, Д. В. Орда // Механика машин, механизмов и материалов. – 2016. – № 1 (34). – С. 81–86.
3. Комаров, А. И. Структурообразование и свойства керамических покрытий, формируемых при микродуговом оксидировании сплава АМг6 в электролите с добавкой наночастиц TiC / А. И. Комаров // Физика и химия обработки материалов. – 2016. – № 4. – С. 45–51.

П. Д. СКАЧЕК
Научный руководитель С. В. БОСАКОВ, д-р техн. наук, проф.
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Минск, Беларусь

Задачи теории упругости описываются сложными системами дифференциальных уравнений в частных производных. Для решения данных систем уравнений в инженерной практике часто используются вариационные методы. Рассмотрен расчет изгибаемой треугольной пластинки на статическую нагрузку одним из таких методов — методом Ритца (Рис.1). Расчет сводится к нахождению функции прогибов $W(x,y)$, отвечающей условию минимума полной потенциальной энергии пластинки и действующей на нее нагрузки и удовлетворяющей геометрическим граничным условиям опирания пластинки. Функция $W(x,y)$ ищется в виде:

$$W(x, y) = \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} A_{mn} \cos \frac{m\pi x}{2a} \left(1 - \cos \frac{n\pi y}{2h} \right); \quad (1)$$

Граничные условия:

1) на грани АВ: $W(x, 0) = \frac{\partial W(x, 0)}{\partial y} = 0;$

2) на гранях АС, ВС:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 W(x, y)}{\partial n^2} + \mu \frac{\partial^2 W(x, y)}{\partial \tau^2} &= 0; \\ \frac{\partial^3 W(x, y)}{\partial n^3} + (2 - \mu) \frac{\partial^3 W(x, y)}{\partial n \partial \tau^2} &= 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Эти статические граничные условия (2) выполняются автоматически при взятии достаточного числа членов ряда (1). Определяем полную энергию системы, которую дифференцируем по A_{mn} и получаем систему линейных алгебраических уравнений с неизвестными A_{mn} . Результатом решения системы является нахождение коэффициентов A_{mn} . Таким образом, определяется функция прогибов $W(x,y)$ (1), дифференцированием которой определяются внутренние усилия. Получены поверхности перемещений, изгибающих моментов и поперечных сил.

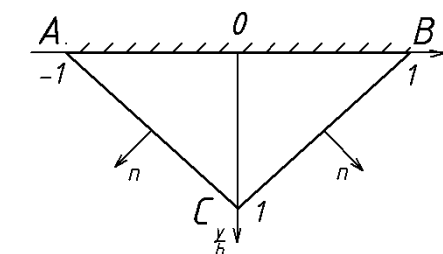


Рис. 1. Геометрическая схема пластинки

УДК 624.072.21.7
ИССЛЕДОВАНИЕ СООТВЕТСТВИЯ ПРИНЦИПА СЕН-ВЕНАНА
В НЕЛИНЕЙНО-УПРУГИХ ПЛАСТИНАХ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

К. А. СИРОШ
Научный руководитель А. А. ВАСИЛЬЕВ, канд. техн. наук, доц.
Научный консультант О. В. КОЗУНОВА
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА»
Гомель, Беларусь

В работе предлагается исследовать одну из гипотез теории упругости: принцип Сен-Венана, на соответствие его выполнения в результатах статических расчетов нелинейно-упругих пластин. Рассматривается постановка краевой задачи и итерационный алгоритм нелинейного расчета пластин вариационно-разностным методом (ВРМ).

Ранее ВРМ применялся для расчета контактных задач балочных плит на нелинейно-упругом основании, а именно: постановка, алгоритм и результаты нелинейного решения таких задач приводятся в статье [1].

Постановка задачи и итерационный алгоритм расчета. Рассмотрим прямоугольную пластинку с упругими параметрами E_0 , μ_0 под действием сосредоточенных сил R в условии плоского напряженного состояния.

Разобьем пластинку прямоугольной сеткой на отдельные ячейки и найдем энергию деформаций [1] для отдельной ячейки с номером "j". Затем суммированием определим полную энергию пластинки и действующую на нее нагрузку, дифференцируя которую по каждому узловому перемещению, получаем систему линейных алгебраических уравнений. Составляем итерационный алгоритм и реализуем его в компьютерной программе Mathematica 8.0.

Принцип Сен-Венана: «Какой бы ни была система сил, которые действуют на каждый конец призмы, чтобы ее изогнуть, скрутить, растянуть и т.д. Эту систему всегда можно заменить двумя другими системами» [2].

Интересно отметить, что очертания эпюр напряжений в основном должны соответствовать принципу Сен-Венана, хотя он ранее доказан только для линейно-деформируемых систем. Результаты расчета нелинейно-упругих пластинок будут получены после написания соответствующей компьютерной программы и ее отладки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козунова, О. В. Нелинейный расчет фундаментных плит на слоистых основаниях, ослабленных биогенными включениями / О. В. Козунова // Вестник гражданских инженеров. – 2009. – № 2(19) – С. 100–104.
2. Сен-Венан Б. Мемуар о кручении призм. Мемуар об изгибе призм / Сен-Венан Б. – М. : ФМ – 1961. – 519 с.

УДК 541.182; 621.357.7
ИМПУЛЬСНОЕ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ
ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ СПЛАВА ЦИНК-НИКЕЛЬ

А. А. КОРЕШКОВА, Г. В. ЦЕЛУЙКИНА, Н. С. ШУЙНШКАЛИЕВА
Научный руководитель В. Н. ЦЕЛУЙКИН, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Ю. А. Гагарина»
Саратов, Россия

Одним из методов модифицирования металлических поверхностей является осаждение композиционных электрохимических покрытий (КЭП). Принцип получения КЭП основан на том, что вместе с металлами из электролитов-суспензий соосаждаются различные дисперсные частицы.

Цель настоящей работы – получить в импульсном режиме КЭП цинк-никель-углеродные нанотрубки, исследовать их структуру и свойства.

Введение углеродных нанотрубок (УНТ) в состав электролита сказывается на кинетике электродных процессов. Наблюдается смещение потенциалов в область более отрицательных значений. Имеет место увеличение скачков потенциала на кривых, полученных при осаждении КЭП. Покрытия получаются мелкозернистыми и равномерными.

Одной из важных характеристик металлических поверхностей является коэффициент трения скольжения. Для КЭП цинк-никель-УНТ значения коэффициента трения скольжения уменьшаются в 1,5 раза по сравнению со сплавом цинк-никель без дисперсной фазы, что обусловлено включением нанотрубок в матрицу композиционного покрытия.

Коррозионные испытания показали уширение пассивной области анодной потенциодинамической кривой КЭП цинк-никель-УНТ по сравнению с чистым сплавом. Стойкость к коррозии КЭП цинк-никель-УНТ выше, чем у чистых покрытий сплавом цинк-никель. Влияние дисперсной фазы в КЭП на коррозию проявляется в случае образования частицами на границах фаз или по всему объему соединений, более коррозионностойких, чем металлическая матрица. Иначе развитие коррозионного процесса не прекратится, а пойдет в обход частицы. Поэтому можно предположить, что в случае КЭП цинк-никель-УНТ происходит образование подобных соединений.

Таким образом, получены КЭП цинк-никель-УНТ, обладающие улучшенными трибологическими и коррозионными свойствами. Углеродные нанотрубки оказывают определяющее влияние на структуру, трибологические свойства и коррозионно-электрохимическое поведение композиционных покрытий, полученных в импульсном режиме.

УДК 677.017:621.3
АНАЛИЗ ЭКРАНИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН
СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.

П. А. КОСТИН, Е. Г. ЗАМОСТОЦКИЙ
Учреждение образования
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Витебск, Беларусь

Одним из способов экранирования электромагнитного излучения является применение трикотажных полотен специального назначения с комбинированными электропроводящими нитями в основе и утке.

Разработка трикотажных полотен с эффективностью экранирования 90–99,99 % была бы эффективным решением для защиты человека и электронных приборов от излучения и электромагнитных помех.

Для анализа экранирующих и физико-механических свойств был получен образец трикотажного полотна, обладающий следующими характеристиками:

- сырье – комбинированная электропроводящая нить 44 текс пневмомеханического способа формирования +лайкра;
- переплетение – кулирная гладь;
- оборудование – “ОЗГА” кругловязальный автомат 8-го класса с диаметром цилиндра 1 $\frac{3}{4}$ дюйма.

Для придания антистатических свойств в структуру трикотажного материала были введены комбинированные электропроводящие нити Т = 55 текс (медная микропроволока Т=18 текс, комплексная полиэфирная нить Т=5,2 текс и Т= 29,4 текс) с чередованием по утку через 1, 1,5 и 2 см.

Образец трикотажного полотна был исследован в сертифицированной лаборатории РУП «БелГИМ» на диапазонах частот от 1,2 до 11 ГГц.

В результате анализа зависимости экранирования от частоты электромагнитных волн установлено, что образец одинаково хорошо экранирует электромагнитное излучение на частотах 1,2–4 ГГц разных диапазонов частот, не пропуская 94,27–98,79 % электромагнитных волн. Максимальное значение показывает образец 98,79 % при частоте 2 ГГц. Минимальное значение экранирования показывает образец 45,66 % при частоте 11,5 ГГц.

Установлено, что исследуемый образец трикотажного полотна защищает от электромагнитного излучения, не пропуская 94,3–98,9 % электромагнитных волн на диапазонах частот от 1,2 до 4 ГГц.

УДК 624.012.3/.4
ПРЕИМУЩЕСТВА ЖЕЛЕЗОБЕТОНА В ДОРОЖНОМ ПОКРЫТИИ

М. В. СИДОРОВ, В. А. ШИПОВ
Научный руководитель С. В. АЛЕХНОВИЧ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

С увеличением транспортного потока необходимо строительство дорог с усовершенствованными покрытиями капитального типа, а именно цементобетонных. Для этих видов дорог характерно то, что устройству на них покрытия предшествует изготовление соответствующей бетонной массы в основу изготовления которой положен принцип достижения максимального объемного веса (минимум пустот). При соблюдении этого принципа готовая и уложенная на дорожное полотно бетонная масса оказывается настолько плотной, что ее можно сравнивать с монолитом.

При сравнении одновременно построенных дорог с разными видами покрытий через 23 года эксплуатации ремонта требовали только 5 % дорог с цементобетонным покрытием, а с асфальтобетонным покрытием — 85–100 %. Цементобетонное покрытие устойчиво к деформации (образованию колеи и волнообразности) благодаря своей более высокой прочности. Это, в свою очередь, способствует более низкому (на 15–20 % меньше) расходу топлива транспортными средствами. Движение по цементобетонному покрытию во время дождя или снегопада безопаснее, чем по асфальтобетонному. В дождливую погоду неровности и выбоины в асфальте наполняются водой, что создает дополнительную опасность аквапланирования. Зимой вода в выбоинах превращается в лед, что снижает коэффициент сцепления между резиновой покрышкой и дорогой. В то же время на гладком цементобетонном покрытии вода практически не скапливается. Анализируя коэффициенты трения скольжения между резиной, асфальтом и бетоном в сухом и влажном состояниях (резина–сухой асфальт – 0,5–0,8; резина–влажный асфальт – 0,25–0,75; резина–сухой бетон – 0,6–0,85; резина–влажный бетон – 0,45–0,75) приходим к выводу, что если движение на автомобиле происходит в отсутствие дождя или снега, то покрышка имеет примерно равный коэффициент трения между асфальтом и бетоном. В случае изменения погодных условий коэффициент претерпевает значительное изменение, цементобетонное покрытие способно обеспечить более высокое сцепление с покрышкой, что, в свою очередь, снижает вероятность ДТП. В Беларуси рационально строительство цементобетонных дорожных покрытий со сроком безремонтной эксплуатации намного превышающим срок эксплуатации асфальтобетона.

УДК 691.32-033.33
ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАТИВНЫХ
ХАРАКТЕРИСТИК КЕРАМЗИТОБЕТОНА ПРИ ОДНОКРАТНОМ
СТАТИЧЕСКОМ ЗАГРУЖЕНИИ

В. А. РЖЕВУЦКАЯ

Научный руководитель С. Д. СЕМЕНЮК, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУСКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Легкий бетон широко применяется для наружных ограждений отапливаемых зданий, когда необходимо уменьшить вес конструкций. Необходимо уточнить некоторые прочностные и деформативные характеристики легких бетонов для согласования белорусских нормативных документов с Еврокодом.

Для изготовления легкого бетона CL 16/18 использовали в качестве крупного заполнителя керамзитовый гравий фракций 5...10 и 10...20. Состав керамзитобетонной смеси: Ц : П : Г = 1 : 1,84 : 0,79 при водоцементном отношении В/Ц = 0,46. Плотность бетона в возрасте 28 суток – 1550 кг/м³.

Статическая обработка результатов испытаний бетонных призм показывает, что линейные корреляционные зависимости «секущие модули деформаций – напряжения или уровень напряжений» имеют место не только для продольных, но и для поперечных и сдвиговых деформаций.

Статическими методами линейной корреляции устанавливаются численные значения параметров линейных корреляционных зависимостей. Коэффициент корреляции – величина, выражающая прямолинейную зависимость между двумя свойствами. Достоверность коэффициента корреляции оценивается отношением коэффициента корреляции к его средней ошибке.

Определение верхнего предела микро трещинообразования производилось по результатам испытания образцов призм путем построения зависимости «уровень напряжений – объемная деформация» графическим методом по усредненным экспериментальным данным.

Определение нижнего микротрещинообразования производилось по экспериментальным данным графическим методом. По опытным данным была построена зависимость «уровень нагружения – коэффициент Пуассона».

В результате исследований определены кубиковая, призмная и цилиндрическая прочности, модули продольных и поперечных деформаций, модуль сдвига, а также пределы микротрещинообразования бетона.

УДК 621.7/9.048.7
АНАЛИЗ ПРИЧИН ЗАРОЖДЕНИЯ УСТАЛОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ НА
ДЕТАЛЯХ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

С. Ю. КОТОВ

Научный руководитель Г. Я. БЕЛЯЕВ, канд. тех. наук, проф.
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Минск, Беларусь

Усталостные повреждения являются наиболее частой причиной выхода подшипников качения из строя при соблюдении условий нагружения, скоростного режима и подачи смазывающего материала [1, 2]. Природа усталостного изнашивания заключается в постепенном накоплении повреждений материала под действием переменных напряжений, приводящий к образованию и развитию щелевых дефектов (трещин). Наиболее часто усталостные трещины зарождаются у деталей с неоднородной структурой материала (азотированных, цементированных, прошедших поверхностную закалку и т.д.), а также работающих при высоких контактных напряжениях. Среди теорий, объясняющих механизм усталостного изнашивания металлов следует выделить фрикционно-усталостную теорию И. В. Крагельского, согласно которой усталостное разрушение рабочих поверхностей деталей может происходить с образованием усталостных трещин на контактной поверхности детали и в подповерхностном слое. В работе [3] установлено влияние на интенсивность усталостного изнашивания таких факторов, как наличие в поверхностном слое деталей остаточных напряжений, концентраторов напряжений (окислов, других включений, дислокаций и т.д.), качество поверхности (выступы, загрязнения, царапины и т.д.), наличие и тип смазочного материала и т.д. Механизм усталостного изнашивания весьма сложен. Так, например, предполагаемыми причинами зарождения усталостных трещин называются скопления дислокаций, образующихся у различного рода препятствий; объединение (коагуляция) вакансий; концентрация в локальных объемах материала удельной энергии упругой деформации до предельного значения, равного скрытой теплоте плавления и т.д. [4–7]. Согласно современным представлениям, усталостное изнашивание непосредственно связано с несовершенностью строения материалов, заключающейся в случайных вариациях механических свойств, размеров и очертаний отдельных зерен металла, направлений их кристаллографических плоскостей, наличием неоднородных фаз, включений, дефектов кристаллической решетки (вакансий и дислокаций), наличием остаточных напряжений и т.д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черменский, О. Н. Подшипники качения: справочник-каталог / О. Н. Черменский, Н. Н. Федотов. – М. : Машиностроение, 2003. – 576 с.
2. Спришевский, А. И. Процессы в поверхностных слоях деталей подшипников и их изнашивание / А. И. Спришевский // Технология подшипникоостроения. – 1958. – № 7. – С. 161–168.
3. Зорин, В. А. Основы работоспособности технических систем / В. А. Зорин. – М. : Академия, 2009. – 208 с.
4. Иванова, В. С. Природа усталости металлов / В. С. Иванова, В. Ф. Терентьев. – М. : Metallurgia, 1975. – 455 с.

5. Гудков, А. А. Трещиностойкость стали / А. А. Гудков. – М. : Metallurgia, 1989. – 377 с.
6. Горицкий, В. М. Диагностика металлов / В. М. Горицкий. – М. : Metallurgizdat, 2004. – 406 с.
7. Терентьев, В. Ф. Усталость металлов / В. Ф. Терентьев, С. А. Кораблева. – М. : Наука, 2015. – 479 с.

УДК 621.7/9.048.7
ВЛИЯНИЕ МАГНЕТРОННОГО УПРОЧНЕНИЯ ТЕЛ КАЧЕНИЯ НА
ТЕМПЕРАТУРУ ПОДШИПНИКОВ В ПЕРИОД ПРИРАБОТКИ

С. Ю. КОТОВ

Научный руководитель Г. Я. БЕЛЯЕВ, канд. тех. наук, проф.
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Минск, Беларусь

Изменения температуры серийных и подшипниковых узлов 305А производства ОАО «Минский подшипниковый завод» с магнетронным покрытием из нитрида циркония толщиной 1 мкм в начальный период стендовых испытаний представлен на рис. 1 (частота вращения внутреннего кольца 6000 мин⁻¹, величина радиальной нагрузки 6000 Н) [1].

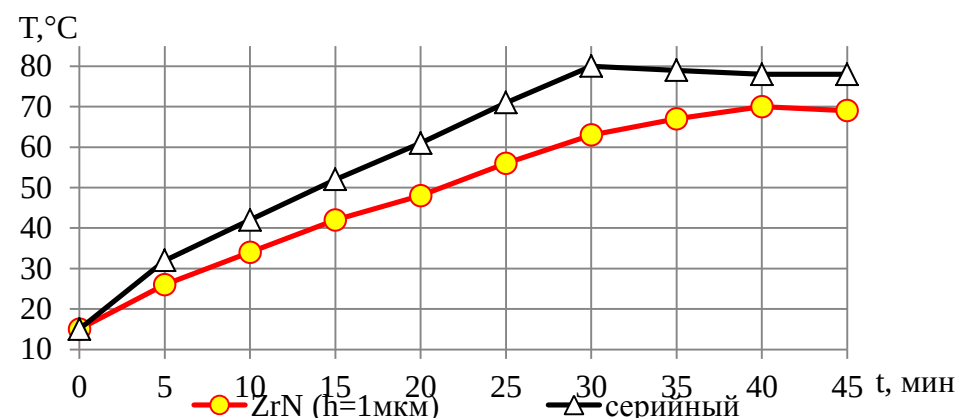


Рис. 1. График изменения температуры наружного кольца подшипника 305А во время стендовых испытаний

Согласно полученным результатам, пиковое значение температуры наружного кольца достигалось серийными подшипниками спустя 30 минут, упрочненными – спустя 40 мин после начала испытаний. Разницу во времени при достижении подшипниками температурного максимума можно объяснить особенностями протекания процесса приработки, длительность которой находится в зависимости от микротвердости взаимодействующих поверхностей.

Из приведенных результатов измерения температуры наружных колец при стендовых испытаниях, в период приработки, средняя температура подшипников с вакуумно-плазменным упрочнением тел качения нитридом циркония на 9–12 % ниже, чем у серийных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герасимов, Н. Н. Методика форсированных испытаний подшипников качения общего применения на долговечность / Н. Н. Герасимов, В. В. Суханова // Труды ВНИПП. – 1975. – № 2. – С. 71–73.

УДК 621.926
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ВЛАГИ ИЗ
СЫРЬЕВОГО МАТЕРИАЛА

И. А. РЕУТСКИЙ

Научный руководитель Л. А. СИВАЧЕНКО, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Экспериментальная установка для удаления влаги из сырьевого материала (рис. 1) состоит из рамы 1, корпуса воздуховода из оцинкованной листовой стали 2, опоры-площадки 3 с закрепленным двигателем 4, приводящим в движение молотковый измельчитель 5, генератором воздушного потока, представленном в виде двигателя 6 и крыльчатки 7, при этом загрузка сырьевого материала будет осуществляться через загрузочный люк 8, а удаление обработанного материала через люк для выгрузки 9. Цель создаваемой экспериментальной установки заключается в проведении эксперимента по определению степени влияния обозначенных факторов на процесс механического срыва влаги, в числе которых: скорость воздушного потока, линейная скорость вращения измельчителя 5 и выходные характеристики подготовленного материала, т. к. влажность и средняя крупность частиц.

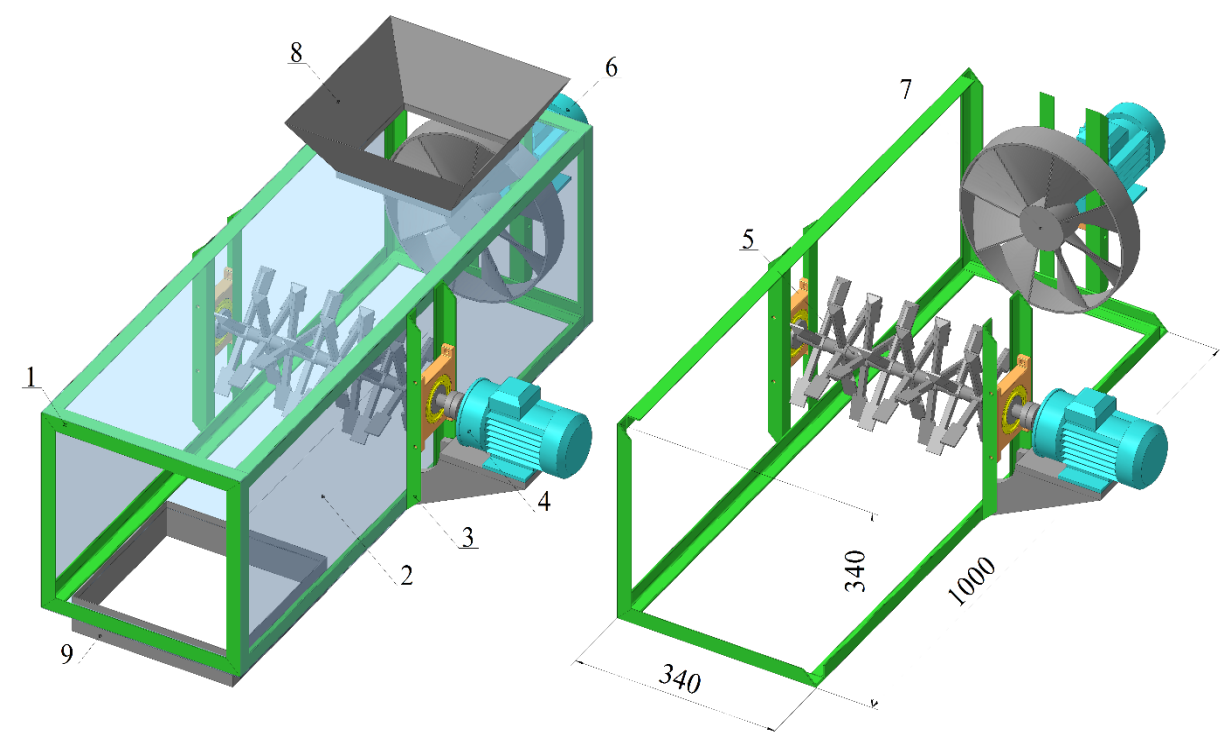


Рис. 1. Экспериментальная установка для удаления влаги из сырьевого материала

УДК 621.9
ПРЕДЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЛОСКИХ ТОНКОСТЕННЫХ
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАМ ПРИ ДЕЙСТВИИ ПОВТОРНО-ПЕРЕМЕННЫХ
НАГРУЗОК

В. А. ПЕТРУСЕВИЧ
Научный руководитель П. В. АЛЯВДИН, д-р техн. наук, проф.
ЗЕЛЕНОГУРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Зелена Гура, Польша

Современные постановки задач оптимизации металлических конструкций ограничены, главным образом, 1-м и 2-м классами сечений. Разработана математическая модель оптимизации приспособляемости конструкций металлической рамы, которая включает элементы от 1-го до 4-го классов сечений под действием повторно-переменной нагрузки. Выполнен расчёт плоской металлической рамы с использованием теории математического программирования и алгоритмов оптимизации. Исходя из полученного оптимального решения задачи, согласно формулам проверки потери устойчивости элементов по Еврокоду (ТКП EN 1993-1-1), подобраны сечения элементов металлической рамы. В качестве критерия оптимизации выбран минимальный предельный изгибающий момент M^0 с учетом приспособляемости конструкций при повторном нагружении. При этом параметры поперечного сечения и соотношения предельных усилий элементов известны, параметры материала и длины всех i -х элементов также определены, $i \in [1...I]$. Задача расчёта упругопластической системы при повторно-переменном нагружении имеет вид:

$$\begin{aligned} &\text{Найти: } \min M^0; \\ &\text{При условиях:} \\ &\left. \begin{aligned} &\sum_{i=1}^I \alpha_{ij} E_{pi} m_i = 0; \quad k_{yy} (M_i^+ + E_{pi} m_i) \leq \mu_i M^0; \\ &k_{yy} (-M_i^- - E_{pi} m_i) \geq \mu_i M^0; \quad i \in [1...I]; \quad M^0 \geq 0. \end{aligned} \right\} \end{aligned}$$

где M_i^+ , M_i^- – наибольший и наименьший изгибающие моменты в системе в предположении ее упругой работы; I – число расчетных сечений; α_{ij} – элементы матрицы α условий равновесия; μ_i – заданные составляющие вектора μ коэффициентов соотношений характеристик несущей способности системы; m_i – элементы вектора остаточных усилий m ; M^0 – предельный изгибающий момент: $M^0 = f_{yb} \cdot W_{pl,y}$ для элементов 1-го и 2-го классов сечения; $M^0 = f_{yb} \cdot W_{eff,y}$ для элементов 3-го и 4-го классов сечения; k_{yy} – коэффициент взаимодействия, определяемый по ТКП EN 1993-1-1. Диагональная матрица $E_p = [E_{pi}]$ записывается следующим образом:

$$E_{pi} = \begin{bmatrix} \text{diag}[1] \text{ для классов 1 и 2} \\ \text{diag}[0] \text{ для классов 3 и 4} \end{bmatrix}, \quad i \in [1...I].$$

УДК 621.382
ПОЛУЧЕНИЕ КРИСТАЛЛОВ СО СТРУКТУРОЙ КЕСТЕРИТ
МЕТОДОМ СПРЕЙ-ПИРОЛИЗА

С. Ю. КРЕМЕНЬ
Научный руководитель С. А. ПАВЛЮКОВЕЦ, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ СВЯЗИ»
Минск, Беларусь

Успехи развития современной микро- и нанoeлектроники тесно связаны с современными научными разработками в области тонкопленочных материалов, в частности соединений класса $\text{Cu}_2\text{B}^{\text{II}}\text{C}^{\text{IV}}\text{X}_4$ (где $\text{B} = \text{Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Cd, Hg}$; $\text{C} = \text{Si, Ge, Sn}$; $\text{X} = \text{S, Se, Te}$). Разнообразие и специфичность свойств этих соединений обуславливает широкое применение в современной промышленности и приборостроении. Указанные соединения обладают физическими свойствами, которые дают возможность использовать их в качестве поглощающего слоя в тонкопленочных преобразователях солнечной энергии, кроме того они не содержат таких дорогостоящих элементов как индий и галлий. Ширина запрещенной зоны соединений варьируется в пределах 1,45...1,63 эВ, что является оптимальным значением для солнечных ячеек. Получение более новых и сложных материалов требует развития новых и усовершенствования старых методов синтеза тонких пленок.

Поскольку способы получения тонкопленочных полупроводников в значительной степени определяют их свойства, то актуальной задачей является не только развитие представлений о химии твердого тела, но и разработка методик, позволяющих влиять на синтезируемый материал в процессе его получения. В последнее время в технологии тонких пленок доминируют методы, основанные на химических процессах. В этом плане весьма перспективен метод пиролиза аэрозоля или спрей-пиролиза с использованием тиомочевинных координационных соединений $(\text{NH}_2)_2\text{CS}$ и водных растворов солей (например, для соединения C_2ZnSnS_4 используются такие водные растворы солей как $\text{CuCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ и $\text{SnCl}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$). Простота управления данным процессом позволяет варьировать в широких пределах режимы и условия осаждения тонких пленок, а это дает возможность получать пленки более сложных систем с различной дефектной структурой и контролировать концентрацию и тип дефектов. Все это делает метод спрей-пиролиза по сравнению с другими методами получения тонких пленок простым, весьма удобным и перспективным в использовании не только в лабораторных условиях, но и в промышленных масштабах.

Н. Н. КРИВОШЕИНА, А. А. НЕКРАСОВА

Научные руководители С. М. ЗАКИРОВА, канд. хим. наук, доц.;

Н. В. БОРИСОВА, канд. тех. наук, доц.

ЭНГЕЛЬССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ф-л)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Ю. А. Гагарина»
Энгельс, Россия

В технологии полимерных материалов неизбежно образуются отходы производства, которые являются, с одной стороны, фактором негативного воздействия на окружающую среду, с другой стороны, одновременно источником постоянно пополняемых ресурсов вторичных полимеров. В производстве углеродных волокон (УВ) на основе ПАН-прекурсора образуются волокнистые отходы на всех стадиях получения УВ, но карбонизованные и графитизированные находят своих потребителей, а окисленные отходы, которые представляют собой волокнистый отход с разной степенью окисления (отходы производства ПАН-ОК), до настоящего времени не нашли практического применения.

Целью данной работы являлось изучение возможности металлизации ПАН-волокнистых материалов и свойств получаемых покрытий.

Для повышения электропроводности волокон в данной работе предлагается использовать химическое меднение, как наиболее доступный и удобный способ получения металлизированных волокон, который осуществляется путем восстановления металлов из растворов их солей. Активирование поверхности отходов ПАН-ОК перед химическим меднением осуществляли по классической схеме, состоящей из операций сенсibilизации растворами солей олова и последующей активации в растворах солей серебра.

Установлено, что металлизированные отходы окси-ПАН имеют цвет меди, характерный для покрытий, полученных химической металлизацией, при этом металл высаживается ровным слоем, т.е. «чулком», создавая плотное покрытие с хорошей адгезией.

Изменение массы образца и толщины покрытия с увеличением степени окисления растёт, при этом в обратном порядке уменьшается электрическое сопротивление и, при степени окисления ПАН-ОК₁, достигает $0,847 \cdot 10^{-4}$ Ом·см, приближаясь к сопротивлению меди $1,72 \cdot 10^{-6}$ Ом·см.

При этом для всего диапазона изменения нагрузок должно выполняться соотношение $|\sigma| \leq \sigma_{\max}$ по условию прочности бетона на сжатие и растяжение.

В работе предложена методика расчета трубобетонных изгибаемых балок, основанная на применении деформационной теории бетона, учитывающей нелинейную и неодинаковую работу бетона на растяжение и сжатие, совместную работу бетонного ядра и металлической обоймы, а также особенности взаимодействия сжимаемого бетонного ядра с металлической обоймой как в зоне предварительного сжатия, так и в зоне сжатия после приложения рабочей нагрузки. Проанализировано влияние различных схем загрузки на кинетику изменения напряженно-деформированного состояния трубобетонной балки с предварительно напряженным бетонным ядром.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Повышение эффективности трубобетонных балок для пролетных строений мостов применением предварительного напряжения / И. Г. Овчинников [и др.] // Транспортные системы Сибири. Развитие транспортной системы как катализатор роста экономики государства: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Красноярск, 2016. – С. 147–150.
2. Трубобетонные балки с частично предварительно напряженным бетонным ядром для пролетных строений малых мостов / О. Ю. Моисеев [и др.] // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Пермь : ПНИПУ, 2016. – С. 283–288.
3. Инновационная трубобетонная балка для пролетных строений балочных малых мостов / О. Ю. Моисеев [и др.] // Инновационный транспорт. – 2016. – № 2. – С. 67–71.
4. Прямые трубобетонные балки с асимметричным предварительно напряженным бетонным ядром для пролетных строений малых мостов / О. Ю. Моисеев [и др.] // Технические науки. – Курган : КГУ, 2016. – С. 39–41.
5. Трубобетонная предварительно напряженная балка / О. Ю. Моисеев [и др.] // Заявка на изобретение № 2016114614/03(023006). Положительное решение от 26.05.17 г.

УДК 539.3
ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО
СОСТОЯНИЯ ПРЯМОЙ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННОЙ
ТРУБОБЕТОННОЙ БАЛКИ

Д. Н. ПАРЫШЕВ, О. Ю. МОИСЕЕВ, И. И. ОВЧИННИКОВ
Научный руководитель И. Г. ОВЧИННИКОВ, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Ю. А. Гагарина»
Саратов, Россия

Конструкции с использованием трубобетонных элементов начали широко применяться в промышленности и строительстве более 70-ти лет назад. Трубобетон представляет собой бетон, заключенный обычно в металлическую трубу. В настоящее время в мировой практике трубобетон используется в качестве колонн (стоек), или арок, у которых бетонное ядро всегда работает в условиях объемного сжатия. Использовать обычный трубобетон при создании пролетных строений в малых и средних мостах можно только в виде арок, так как у обычной прямой трубобетонной балки с поперечной нагрузкой в нижней части сечения бетонное ядро работает на растяжение, при этом уже при деформации 0,003 в нем образуются трещины. По этой причине в настоящее время прямые трубобетонные балки в мировой практике в качестве несущих элементов, в т. ч. в пролетных строениях балочных мостов, не используются.

В работах [1–4] показано, что создание предварительного напряженного состояния в бетонном ядре трубобетонной прямой балки на этапе изготовления, при котором знак напряжений в ядре противоположен знаку напряжений, возникающих от собственного веса и транспортной нагрузки, позволяет использовать трубобетонную балку в несущих конструкциях пролетных строений малых и средних балочных мостов.

На рис.1. представлены эпюры линейных деформаций в предварительно напряженной трубобетонной балке [5].

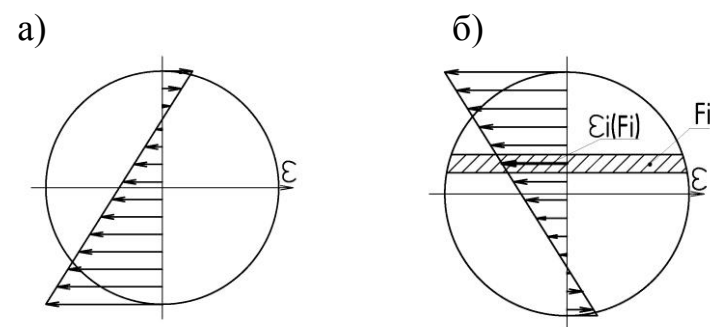


Рис. 1. Эпюра линейных деформаций: а – эпюра линейных деформаций ε в преднапряженном бетонном ядре без нагрузки; б – с нагрузкой; F_i – площадь i -ой полосы деформации

УДК 666.1.039.2
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРОЧНЕНИЯ ЛИСТОВЫХ
СТЕКОЛ МЕТОДОМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ИОННОГО ОБМЕНА

С. С. ЛЕОНОВИЧ
Научный руководитель А. П. КРАВЧУК, канд. техн. наук
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Для повышения механической прочности листовых стекол используются следующие методы: создание сжимающих напряжений в поверхностном слое стекла в результате воздушной, жидкостной или химической закалки (ионного обмена), химическая полировка, нанесение защитных пленок. Наибольшее распространение получил метод воздушной закалки, однако, он малоэффективен при упрочнении тонких стекол (3 мм и менее) и вызывает изменения оптических характеристик стекла (появление «закалочных пятен»), а также деформацию изделий в ходе термообработки.

В сравнении с закалкой высокое приращение прочности листовых стекол с толщиной менее 3 мм позволяет обеспечить метод низкотемпературного ионного упрочнения, при этом не происходит саморазрушения изделий при их хранении, царапании, резании и сверлении.

Проведены исследования с целью повышения эффективности процесса низкотемпературного ионного обмена при упрочнении листового стекла состава ОАО «Гомельстекло». Образцы прямоугольного сечения промышленного листового стекла погружали в расплав нитрата калия KNO_3 или смесь солей KNO_3 , K_2CO_3 , KH_2PO_4 . Состав солевой ванны варьировался в следующих пределах, мас. %: KNO_3 97–100; K_2CO_3 0–3; KH_2PO_4 0–3. Температура ионообменного упрочнения составляла 450 °С с выдержкой 3 ч.

В результате исследования механических свойств установлено, что значение ударной вязкости повышается от 1,82 кДж/м² для исходного стекла до 6,1 кДж/м² для стекол, обработанных в расплаве KNO_3 . Еще больший эффект достигается при замене в составе расплава KNO_3 на K_2CO_3 в количестве от 1 до 3 мас. %, что обеспечивает рост значений ударной вязкости стекол от 6,1 до 9,6 кДж/м². Добавка KH_2PO_4 к расплаву KNO_3 в меньшей степени повышает ударную вязкость обработанных стекол.

Согласно результатам исследований эффективность низкотемпературного обмена может быть увеличена в 1,5–2,0 раза при обработке листовых стекол в расплаве солей, содержащем не только KNO_3 , но и K_2CO_3 .

М. С. ЛУШАКОВА, О. И. ТИХОН
Научный руководитель С. В. БОРДУСОВ, д-р техн. наук, проф.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
Минск, Беларусь

Плазменный разряд, формируемый комбинированием различных по характеру электрических разрядов, представляет особый интерес, как для исследовательских, так и для технологических задач. Проведённые исследования заключались в изучении влияния СВЧ разряда на электрические режимы формирования НЧ разряда при возбуждении комбинированного разночастотного разряда.

Исследование проводилось на газоплазменном модуле, состоящем из СВЧ разрядной системы, представляющей собой кольцевой резонатор, выполненный из прямоугольного волновода и НЧ разрядной системы Е-типа, расположенной в кварцевой камере на его оси.

Особенностью формирования СВЧ разряда является пульсирующий характер плазмообразования, обусловленный работой источника питания СВЧ магнетрона от однополярных импульсов. По этой причине условием формирования плазменного разряда комбинированного типа являлось наличие синхронизации следования импульсов от СВЧ и НЧ генераторов. Для этого НЧ генератор, работающий в прерывистом режиме, формировал пачки импульсов, следующие с частотой 50 Гц. Эксперименты показали,

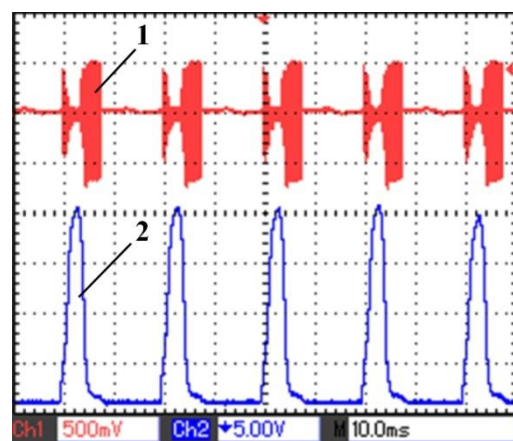


Рис. 1. Осциллограмма синхронизированных импульсов СВЧ и НЧ сигналов: 1 – импульс НЧ напряжения; 2 – импульс анодного тока СВЧ магнетрона

что в случае временного совпадения импульсов НЧ и СВЧ разрядов наблюдается существенное изменение амплитуды НЧ сигнала (рис. 1). Величина амплитуды на разрядном промежутке уменьшается при увеличении значения СВЧ мощности. Установлено также, что при возбуждении комбинированного разряда величина НЧ напряжения на разрядном промежутке меньше, чем при отсутствии СВЧ разряда. Этот эффект необходимо учитывать при анализе характера взаимодействия электромагнитных полей с ионизированной газообразной средой и оценке величины вкладываемой в разряд НЧ мощности.

Р. А. ПАРХИМОВИЧ, А. А. БУТРАМЕНКО
Научные руководители В. Т. ПАРАХНЕВИЧ, канд. техн. наук, доц.;
А. М. СЕРГЕЕВА
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

При выпадении обильных осадков, вода, скопившаяся на поверхности мостового покрытия, создает серьезную опасность для движения транспорта. Когда пленка воды достигает определенной толщины, шины начинают пробуксовывать или скользить при торможении. Наличие пленки также приводит к глиссированию автомобиля. Коэффициент трения на влажных поверхностях меньше чем на сухих, разбрызгивание воды ухудшает условие видимости, снижает комфорт пассажиров, а шум воды может мешать езде.

Организация водоотвода обязательна, так как является одним из основных критериев обеспечения бесперебойной работы транспортных сооружений, а также продлевает срок их эксплуатации и обеспечивает безопасность движения. Устройство ливневого водоотвода особенно необходимо на участках с большой интенсивностью транспортного потока.

Цель исследования – разработка системы водоотвода с покрытия мостовых сооружений, которая будет обеспечивать оптимальный режим, как для транспорта, так и для конструкций моста.

Анализ имеющихся исследований показывает, что для отвода ливневого стока с поверхности мостов в их конструкции предусматриваются продольные и поперечные уклоны. Если продольный уклон превышает 10 %, то для расчета рекомендуется соотношение, где геометрическая сумма продольного и поперечного уклона составит 20 %. Поэтому предлагается устраивать щелевую систему водоотвода. Эта система может устраиваться в бордюрном камне, это будет позволять увеличить количество щелей, благодаря чему будет осуществляться быстрый отвод воды. Продольный уклон мостового полотна может принимать минимальное значение.

Щелевая система эффективна тем, что вода собирается в отводящий лоток для отвода к очистным сооружениям, тем самым обеспечивается санитарное состояние отвода воды – так как это требует охрана окружающей среды. Также обеспечивается безопасность движения транспортного потока, увеличивается коэффициент сцепления шин с поверхностью моста. Тем самым повышается комфортность проезда.

УДК 666.9

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОФОБИЗИРУЮЩЕГО
ГРАНУЛИРОВАННОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ

Ю. Н. ОГУРЦОВА, И. С. КОЛБАСИН, Ю. А. ЧЕРНЯЕВА

Научный руководитель В. В. СТРОКОВА, д-р техн. наук, проф.

Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего образования

«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. Шухова»
Белгород, Россия

Гранулированный наполнитель, изготавливаемый на основе кремнеземного сырья и щелочного активатора [1–2] может выполнять различные функции. Его функциональность зависит от ряда факторов.

Во-первых, это размер гранул. Формирование крупнопористой структуры с замкнутыми порами за счет использования гранулированного наполнителя позволяет получать легкие конструкционно-теплоизоляционные изделия с пониженным водопоглощением.

Во-вторых, это состав гранулированного наполнителя. Доказано, что использование в ядре гидрофобизирующей добавки позволяет получать строительные материалы повышенной гидрофобности. Следовательно, одной из перспективных областей его применения являются гидрофобизированные, в том числе тонкостенные материалы, для эксплуатации во влажных условиях.

Стоит отметить, что он может быть применен как в цементных материалах, подвергающихся тепловлажностной обработке, так и в силикатных автоклавных материалах.

Перспективным является исследование возможности применения химических модификаторов различного функционального назначения в его составе для осуществления их транспорта в бетонную матрицу.

Работа выполнена в рамках реализации Стипендии Президента СП-908.2015.1 и гранта программы УМНИК № 8417ГУ/2015.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соловьева, Л. Н. Перспективы использования кремнеземсодержащего сырья для получения гранулированного наполнителя легких бетонов / Л. Н. Соловьева, Е. И. Ходыкин, А. В. Мосьпан // Вестн. Белгород. госуд. технол. ун-та им. В. Г. Шухова. – 2008. – № 1. – С. 9–11.

2. Конструкционные ячеистые стеновые материалы с пониженной теплопроводностью на основе активных гранулированных наполнителей // В.В. Строкова [и др.] // Вестн. Белгород. госуд. технол. ун-та им. В. Г. Шухова. – 2010. – № 1. – С. 42–46.

УДК 537.525

СПЕКТРАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА
КОМБИНИРОВАННОГО ТИПА

М. С. ЛУШАКОВА, О. И. ТИХОН

Научный руководитель С. И. МАДВЕЙКО, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

Минск, Беларусь

Спектральная диагностика является методом бесконтактного невозмущающего получения информации о наличии или отсутствии определенного элемента в объеме плазмы газового разряда.

Проведено изучение спектральных характеристик комбинированного (НЧ+СВЧ поля) разряда в процессе плазмохимического травления пластин монокристаллического кремния диаметром 76 мм. Мощность СВЧ импульсов составляла 130 Вт. Мощность НЧ излучения варьировалась в пределах 70–75 Вт. В качестве плазмообразующего газа использовался CF_4 . Величина давления газа в разрядной камере изменялась в диапазоне от 20 до 70 Па. Проводилась также регистрация спектров плазмы отдельно НЧ и СВЧ разрядов.

В ходе исследования установлено, что комбинированный разряд в диапазоне давлений от 20 до 70 Па имеет меньшую интенсивность спектральных линий при величине давления 20 Па и лишь незначительно отличается от интенсивности свечения СВЧ разряда. Это обусловлено высокой ионизацией газа CF_4 при данной величине давления. При этом большее значение имеет вклад в картину спектра НЧ разряд, который является преобладающим.

При величине давления 70 Па интенсивность спектральных линий комбинированного разряда достаточно высока, при этом на тех же участках спектрограмм СВЧ и НЧ разрядов также проявляются достаточно высокие уровни интенсивности свечения.

При величине давления 40 Па комбинированный разряд обладает наибольшей интенсивностью, что косвенно указывает на более высокую активности плазмы комбинированного разряда, по сравнению с плазмой отдельно СВЧ или НЧ разрядов, при том же значении величины давления в разрядной камере.

Полученные экспериментальные данные указывают на то, что совместное взаимодействие двух полей позволяет получить иное перераспределение энергий в комбинированном разряде, интенсивность свечения которого не является суммой интенсивностей свечения плазмы отдельных СВЧ и НЧ разрядов, и превышает ее приблизительно на 30 %.

УДК 678.7:621.3
ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН СВЕРХВЫСОКИХ
ЧАСТОТ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭПОКСИДНЫХ ЭЛЕКТРЕТОВ

Р. Ю. МОСКВИН, А. А. МАТЫЦИН
Научный руководитель Е. В. БЫЧКОВА, д-р техн. наук, доц.
ЭНГЕЛЬССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ф-л)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Ю. А. Гагарина»
Энгельс, Россия

Электреты – электрические аналоги постоянных магнитов – находят широкое применение в различных сферах жизнедеятельности человека.

Среди полимерных электретов меньше всего изучены электреты на основе термореактивных полимеров.

В данной работе изучено влияние электромагнитных волн сверхвысоких частот на электретные характеристики эпоксидных смол. Обработку композиций электромагнитными волнами сверхвысоких частот (СВЧ) осуществляли при варьировании мощности СВЧ печи от 100 до 750 Вт и времени воздействия излучения от 1 до 45 мин.

В качестве смолы была выбрана эпоксидиановая смола марки ЭД-20 как крупнотоннажный продукт с высокой адгезией. В качестве отвердителя использовался полиэтиленполиамин. Смесь смолы и отвердителя нанесли на пленки из целлофана, полиэтилентерефталата, поливинилбутирала, алюминиевой фольги и проводили отверждение эпоксидной смолы.

Смола становится электретом в процессе отверждения за счет поляризации Максвелла-Вагнера в результате смещения зарядов к границам раздела фаз.

Доказано, что химический состав используемой подложки влияет на процесс отверждения и электротехнические характеристики электретов. Композиты на основе целлофановой пленки и алюминиевой фольги обеспечивают максимальную величину заряда электрета. Величина разности потенциалов поверхности колеблется от 0,1 до 5 В, а поверхностная плотность зарядов составляет 10^{-7} – 10^{-8} Кл/м².

Установлено, что с увеличением мощности печи поверхностная плотность заряда возрастает с -55 до 82 нКл/м² (при мощности 750 Вт), а оптимальное время обработки смолы – 10–15 мин.

УДК691.3
ПОДХОДЫ К ОПТИМИЗАЦИИ СВОЙСТВ ЯЧЕИСТЫХ КОМПОЗИТОВ
СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В. В. НЕЛЮБОВА
Научный руководитель В. В. СТРОКОВА, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего образования
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. Шухова»
Белгород, Россия

Ячеистые бетоны различных типов твердения относятся к числу наиболее масштабно применяемых композитов строительного назначения. Это обусловлено их высокими теплоизоляционными свойствами при сохранении приемлемых прочностных характеристик. Тем не менее, ряд недостатков таких материалов ставит задачи по разработке способов повышения эффективности производства и применения ячеистых бетонов автоклавного и неавтоклавного твердения.

В общем смысле все существующие способы совершенствования свойств конечного продукта в виде ячеистых материалов можно разделить на два больших подхода. В первом случае имеет место оптимизация технологических процессов. Второй подход предусматривает качественную корректировку состава смесей. Данный подход отличается широким разнообразием способов оптимизации качества ячеистых бетонов, к числу которых относятся использование техногенного сырья [1]; активных модифицирующих добавок; активация сырья и т.д.

Так обоснована эффективность использования наноструктурированных модификаторов, полученных механоактивацией природного сырья различного состава в водной среде, для улучшения эксплуатационных свойств газобетона автоклавного твердения и пенобетона неавтоклавного твердения [2]. Введение таких добавок обеспечивает прирост прочности при использовании в существующих составах смесей, а также сохранение прочностных свойств при сокращении доли клинкерной составляющей.

Работа выполнена в рамках реализации Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Володченко, А. Н. Повышение эффективности силикатных ячеистых материалов автоклавного твердения / А. Н. Володченко, В. В. Строкова // Вестн. Северо-Восточного федерального ун-та им. М. К. Аммосова. – 2017. – № 2 (58). – С. 60–69.
2. Эффективность применения наноструктурированного вяжущего при получении ячеистых композитов / Н. В. Павленко [и др.] // Строительные материалы. – 2012. – № 6. – С. 10–12.

УДК 693.55
ДИСПЕРСНОАРМИРОВАННЫЕ БЕТОНЫ НА АКТИВИРОВАННОМ
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТЕ С ДОБАВКОЙ ЗОЛЫ-УНОС

С. Н. МОСТОВОЙ, А. В. ДАНИЛЕНКО
Научный руководитель И. В. БАРАБАШ, д-р техн. наук, проф.
ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ
Одесса, Украина

Использование золы-унос в качестве активной минеральной добавки к портландцементу в бетоне решает, наряду со снижением объема потребления клинкерной составляющей вяжущего, экологическую проблему – утилизацию многотоннажных отходов угольных теплоэлектростанций. Наряду с положительным влиянием золы-унос на свойства бетонной смеси и бетона (пластифицирующий эффект, повышение коррозионной стойкости), введение ее в портландцемент приводит как к замедлению процесса твердения, так и к снижению его марочной прочности. Ускорить процесс структурообразования, а также повысить прочность бетона возможно за счет механоактивации вяжущего в присутствии суперпластификатора и базальтовой фибры.

Подтверждением этому служат результаты 3-х факторного эксперимента, где в качестве независимых переменных были приняты:

X_1 – содержание золы-унос в портландцементе, 40 ± 40 %;

X_2 – количество фибры в портландцементе, $0,5 \pm 0,5$ %;

X_3 – содержание суперпластификатора С-3 в портландцементе, $0,5 \pm 0,5$ %.

Осадка конуса бетонной смеси принималась равной 20 см, что позволило отнести её в разряд литых (S4). Заданная осадка конуса в каждой строке эксперимента достигалась корректировкой количества воды затворения. Механоактивация портландцемента осуществлялась в скоростном трибосмесителе с количеством оборотов ротора 2800 об/мин. Для контроля готовились аналогичные составы бетонной смеси на вяжущем, которое механоактивации не подвергалось.

Анализ экспериментальных данных позволяет сделать вывод о том, что механоактивация вяжущего в присутствии суперпластификатора С-3 и базальтовой фибры обеспечивает увеличение прочности бетона на $35 \div 40$ % по сравнению с контролем, что даёт возможность увеличить расход золы-унос в вяжущем на $20 \div 30$ %.

УДК 621.928
ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ТЕЧЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА НА РАЗМЕР
И ОДНОРОДНОСТЬ ЧАСТИЦ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ
ПРИ ИХ КЛАССИФИКАЦИИ

И. Н. НИКИТИН, Р. А. БОНДАРЕВ
Научный руководитель М. А. КИРКОР, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»
Могилев, Беларусь

Аэродинамическая классификация широко применяется в пищевой промышленности для разделения полидисперсных порошков. Отделение частиц порошка δ менее 25 мкм является сложной задачей по причине их относительно малой скорости витания, наряду со значительным вихреобразованием воздушного потока.

С целью определения влияния режима течения воздушного потока на размеры отделенных частиц, были произведены серии опытов по разделению порошка измельченных топливных пилетт с последующим анализом его фракционного состава.

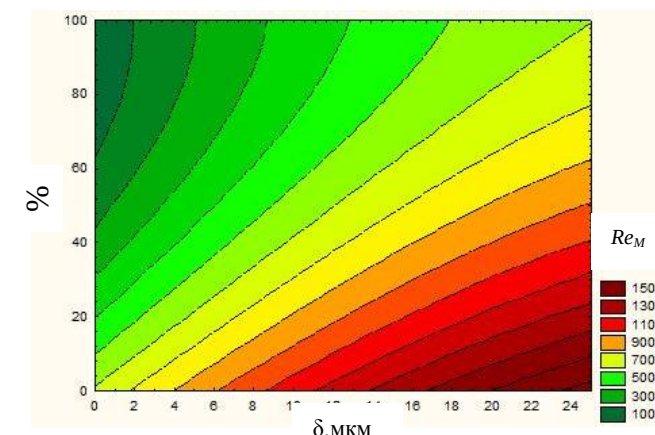


Рис. 1. Зависимость фракционного состава порошка от Re_M

Математический анализ полученных данных позволил создать график, представленный в виде поверхности равных уровней, показанный на рис. 1.

Анализ рис. 1 показывает, что с ростом значения модифицированного критерия Рейнольдса (Re_M) процентное отношение мелких частиц в отделенной навеске уменьшается. Так полное отделение частиц размером 5 мкм возможно осуществить в ламинарном режиме течения. Частицы

размером более 10 мкм могут быть полностью отделены в переходном режиме. Турбулентный режим течения воздушного потока резко отрицательно сказывается на процессе классификации частиц. Из рис. 1 видно, что уже при числе $Re_M = 7000$ извлечение частиц размером 25 мкм составляет не более 70 %, что может быть связано как с уносом частиц в аспирационную сеть, так и с агрегатообразованием мелких частиц под действием турбулентных импульсов воздушного потока. Интервалы, представленные на рис. 1, могут быть использованы на производстве при определении основных технологических параметров процесса классификации полидисперсных порошковых материалов.

И. Н. НИКИТИН, Р. А. БОНДАРЁВ

Научный руководитель М. А. КИРКОР, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»

Могилев, Беларусь

Бурное развитие технологий пищевых производств, а также расширение ассортимента выпускаемой продукции активизирует степень применения новых материалов в промышленности. В последнее время особенно бурно развивается направление пищевых микрогетерогенных порошковых добавок. Одними из основных сенсорных показателей качества готового продукта является размер частиц и их однородность. Общая тенденция производства пищевых порошков движется по пути снижения их размеров, так как более мелкие частицы отличаются большей удельной площадью контакта фаз в массообменных процессах, и обладают повышенными органолептическими характеристиками.

В свою очередь, разделение мелкодисперсных порошков является довольно сложной задачей. Так как при размерах частиц менее 50 мкм влияние инерционных сил самих частиц значительно уступает влиянию инерционных сил и сил вязкого трения воздушного потока, в котором происходит процесс разделения.

Наиболее совершенными аппаратами для разделения мелкодисперсных порошков являются центробежные роторные классификаторы. Развитие данного типа аппаратов осуществляется по ряду направлений. К таким направлениям можно отнести создание переменного поля скоростей в рабочей камере, управление внутренними циркуляционными потоками на роторе классификатора, а также стабилизация воздушного потока в межлопаточном пространстве рабочего органа.

Стоит отметить, что на сегодняшний день промышленность обладает высокотехнологическими средствами производства, что делает возможным создание рабочих органов роторных аппаратов, имеющих сложную конфигурацию.

Лабораторные исследования новых типов роторов сложной конфигурации открывает широкие возможности для совершенствования процесса разделения полидисперсных порошков, что, в свою очередь, позволит применять в промышленности новые добавки, отличающиеся высокими показателями качества за счет значительно меньшего размера частиц и их большей однородности.

*А. В. МЕЛЬНИК, Ю. А. МЕЛЬНИК, П. О. СУНАК, Б. О. ПАРАСЮК

*ВОСТОЧНОЕВРОПЕЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

им. Леси Украинки

ЛУЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Луцк, Украина

В механике грунтов для оценки фильтрационной прочности предлагается определять коэффициент фильтрации по формуле М. П. Павчича:

$$k = \frac{g_1 \varphi_1}{246 \cdot v} \sqrt{\eta} \cdot \frac{n^3}{(1-n)^2} \cdot d_{17}^2, \quad (1)$$

где g – ускорение силы тяжести; φ_1 – коэффициент, учитывающий форму и шероховатость частиц почвы; v – кинематический коэффициент вязкости; η – коэффициент разнотекучести; $\eta = d_{60}/d_{10}$; d_{17} – размер частиц грунта; n – пористость; k – коэффициент неравномерности распределения частиц.

По значению k можно определить максимальный и минимальный размеры частиц, которые могут быть вынесены в результате суффозии.

Если размеры частиц меньше минимального диаметра частиц почвы, то такой грунт считается не суффозионным. В противном случае – суффозионным. Необходимо учитывать и другие факторы: скорость фильтрации и градиент напора – для выноса частиц необходимо, чтобы они были больше некоторых критических величин. Критическая скорость фильтрации определяется из выражения:

$$v_p = \frac{v_k \sqrt{Dd} \cdot d_{80}}{5 \cdot d_{50} \cdot \delta}, \quad (2)$$

где v_p – размывающая скорость фильтрации; d_{50} и d_{80} – величина частиц почвы; δ – характерный размер частиц; D – максимальный размер частиц; d – минимальный размер частиц.

Зная величину размывающей скорости, можно определить градиент фильтрационного потока по формуле Форхгеймера:

$$I_p = \frac{v_p}{k} + \left(\frac{v_p}{k_m} \right)^2. \quad (3)$$

По результатам выполненных РЭМ-исследований образцов, с учетом зависимостей (2–3), эмпирическое значение минимального диаметра пор 0,016 мм, расчетное (теоретическое) = 0,022 мм.

Д. Ю. МАКАЦАРИЯ, В. В. КУТУЗОВ
Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ИНСТИТУТ МВД Республики Беларусь»
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Развитие широкой сети автомобильных дорог на территории нашей страны является необходимой составляющей эффективности ее социально-экономического развития. При этом вопросы обеспечения безопасности в процессе передвижения транспортных средств по автомобильным дорогам приобретают первостепенное значение. Увеличение пропускной способности дорог, рост транспортных скоростей движения автомобилей и других факторов предъявляет все более высокие требования к качественным параметрам дорожного покрытия. Использование устаревших технологий поддержания и восстановления работоспособности дорожного покрытия, применение несовременных способов проведения ремонтных работ, а также эксплуатация неэффективных комплектов и комплексов строительных и дорожных машин не позволяет удовлетворить требования, предъявляемые к автомобильным дорогам.

Некачественный ремонт асфальтобетонного дорожного покрытия приводит к преждевременному появлению различных видов дефектов. Среди них наиболее распространенными и снижающими уровень безопасности дорожного движения являются сдвиги, волны, выбоины, проломы и др. При контакте колеса автомобиля с дефектами дорожного покрытия происходит удар, сопровождающийся различными деформациями, приводящими к потере устойчивости автомобиля. Сила удара и его последствий зависит не только от характеристик дефекта, но и от скоростных параметров движущегося транспортного средства.

Ежегодно на автомобильных дорогах нашей страны по причинам, связанным и неудовлетворительными дорожными условиями, происходят сотни дорожно-транспортных происшествий с материальным ущербом, при этом около пятидесяти из них сопровождаются получением травм различной степени тяжести или гибелью участников дорожного движения. Поэтому путем совершенствования организации и проведения своевременного и качественного ремонта асфальтобетонного покрытия автомобильных дорог можно добиться снижения уровня дорожной аварийности и обеспечить безопасность дорожного движения.

Э. В. ПАРУСОВ
ИНСТИТУТ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ НАН Украины
Днепр, Украина

В качестве исходного материала использованы промышленные партии калиброванного бунтового проката из сталей С7D и С70D (EN 16120-2:2011) после проведения дополнительной обработки, включающей знакопеременный изгиб, совмещенный с растяжением. Полученные данные свидетельствуют о цикличном характере изменения пластических показателей проката по мере повышения степени накопленной деформации. Максимальные значения равномерного удлинения после дополнительной обработки соответствуют степеням деформации 0,05 и 0,20 % (для стали С7D), 0,07...0,1 и 0,27 % (для стали С70D), а относительного сужения – 0,15...0,20 % и 0,20 % соответственно. Исследования тонкой структуры показали, что в феррите стали С7D дислокации образуют фрагментированную субструктуру с размытыми границами ячеек. В самих ячейках, особенно вблизи субграниц, наблюдается повышенная плотность дислокаций. После обработки проката знакопеременным изгибом с растяжением, происходит трансформация субструктуры по сравнению с исходным состоянием. Образуется субструктура, связанная с формированием мезополос локализованной деформации, которые вызывают появление микровихрей, обусловленных возникновением встречных полей напряжений, приводящих к моментным напряжениям, а также повороту микрообъемов зерен и субзерен. Вследствие локального вихревого пластического течения происходит трансформация ячеек субструктуры, связанная с генерированием, аннигиляцией и перераспределением дислокаций, искривлением и переориентировкой субграниц, дроблением ячеек. Результаты исследований позволяют утверждать, что в основе процессов разупрочнения при обработке проката знакопеременным изгибом, совмещенным с растяжением в области малых пластических деформаций, происходит трансформация дислокационной субструктуры металла, сопровождаемая уменьшением плотности дислокаций. Снижение прочностных и рост пластических показателей металла можно рассматривать как возможность разработки альтернативного способа разупрочняющей технологии производства холоднодеформированного проката с гарантированным получением требуемого класса прочности, которая не требует проведения дополнительной термической обработки.

УДК 666.76:54.057
ПОКРЫТИЯ ПО ПОВЕРХНОСТИ ФУТЕРОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ

Р. Ю. ПОПОВ, С. Е. БАРАНЦЕВА, В. И. МУХЛЯДО
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Футеровочные изделия, использующиеся в высокотемпературных тепловых агрегатах при производстве строительных материалов, выплавке металлов и т.д., с течением времени разрушаются под действием термических и механических нагрузок. Остановка на ремонт и обслуживание тепловых установок приводит, зачастую, к снижению показателей производительности труда, низкой эффективности работы предприятий. Использование покрытий, полученных по технологии самовоспламеняющегося синтеза, способствует решению указанной проблемы.

Весьма актуальной задачей является разработка защитных покрытий для поверхности футеровки, обеспечивающих высокую результативность их применения, сокращение цикла ремонтных работ, долговечность и низкую стоимость. Целью настоящей работы является разработка составов и технологии получения огнеупорных покрытий методом СВС для защиты конструктивных элементов печей обжига на основе сложных алюмосиликатных систем. В работе осуществлен подбор основных сырьевых материалов, в качестве которых выступали: алюминиевая пудра, легкоплавкие глины, каолин, электрокорунд, кварцевый песок, кремнефтористый натрий, отход производства глазури ОАО «Керамин», оксид железа (III), жидкое стекло. Исследования показали, что температура инициирования реакции СВС для рассматриваемых систем составляет 650–950 °С и зависит от свойств выбранных реагентов, их дисперсности, соотношения компонентов.

В основе процесса лежит экзотермическое взаимодействие двух или нескольких химических элементов или соединений, протекающее в режиме направленного горения. В результате окислительно-восстановительной реакции термохимического синтеза образуются муллитовые структуры, соответствующие химической формуле $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$. Образцы покрытий оптимального состава, полученных по технологии СВС, обладали следующим набором свойств: твердость по Моосу – 8,5; прочность при сжатии – 71,09 МПа; водопоглощение – 24,49 %; открытая пористость – 34,66 %; ТКЛР – $6,14 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

УДК 625
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАСТИКА ПРИ НАНЕСЕНИИ
ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ

Т. С. МАКАРЕНКО, А. Л. ЛАЗАРЕНКО, М. В. ЛЕБЕДЕВ
Научный руководитель Е. А. ШАРОЙКИНА
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Безопасность на дороге – важнейший из факторов инфраструктуры транспорта. Нечеткая или стершаяся разметка может стать причиной аварии, поэтому необходимо позаботиться о стойкости наносимых символов. Пластики для дорожной разметки предназначены для нанесения дорожной разметки на усовершенствованных дорожных покрытиях. Здесь выделяют:

- пластик холодного нанесения (ХП);
- термопластик (ТП);
- спрей-пластик (СП).

Каждый из этих типов пластика имеет свои достоинства и свои особенности применения. Пластиковые материалы, в отличие от краски для разметки, отличаются повышенной износостойкостью и лучше переносят как физические нагрузки, так и погодные явления – жару, мороз, повышенную влажность. Дорожная разметка пластиком отличается повышенной эластичностью, сопротивлением к теплу и морозоустойчивостью, таким образом, она прослужит намного дольше.

Если принять, что разметку, нанесенную эмалью, приходится обновлять один раз в шесть месяцев, разметку пластиковыми материалами – один раз в 3 года, то нетрудно посчитать количество средств, затраченных на проведение работ. Расчет будем вести на 10 км дороги 3–4 категории, при ширине полосы нанесения 10 см. Примем средние данные о количестве материала и их стоимость:

- краска(эмаль) – 7 р./кг; 1 т/10км;
- ТП – 4,20 р./кг; 13 т/10км;
- ХП – 7,60 р./кг; 11 т/10км.

Рассчитаем:

- эмаль: $7 \cdot 1000 \cdot \left(\frac{36}{6}\right) = 42000 \text{ р./3г.};$
- ТП: $4,20 \cdot 13000 = 54000 \text{ р./3г.};$
- ХП: $7,60 \cdot 11000 = 83600 \text{ р./3г..}$

Если учесть трудозатраты на проведение работ, то можем сделать вывод, что нанесение разметки пластиком более экономично.

И. А. МАГЕРРАМОВА
Научный руководитель С. А. РАЩЕПКИНА, канд. техн. наук, доц.
БАЛАКОВСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»
Балаково, Россия

Создание новых материалов с добавлением базальта одно из перспективных направлений в строительстве. На основе базальтовых волокон могут быть получены теплоизоляционные, звукопоглощающие, влагостойкие и высокопрочные композиты.

Нами были проведены экспериментальные исследования влияния тонкомолотого базальтового наполнителя на прочность образцов. Испытания проводились на образцах цементного камня размером 4×4×16см. Результаты определения прочности на сжатие ($R_{сж.}$) экспериментальных образцов разного состава приведены в табл. 1. Все образцы указанных композиций были испытаны на морозостойкость. Один цикл составлял 4 ч заморозки и 3 ч оттаивания. Так же определялась прочность образцов на сжатие после 20 морозоциклов.

Табл. 1. Прочность на сжатие образцов наполненных базальтом

№ п/п	Композиция	Прочность на сжатие ($R_{сж.}$), МПа			
		3сут	14сут	28сут	20 морозоциклов
1	Цемент	30,1	32,0	40,2	40,8
2	Цемент + песок + 2,5% тонкомолотый базальтовый компонент	39,0	40,0	45,0	45,5
3	Цемент + песок + 5% тонкомолотый базальтовый компонент	28,0	29,0	39,0	38,9

Анализ экспериментальных данных показал, что по сравнению с серийным (контрольным) образцом, наибольшая прочность на сжатие у образцов композиционных материалов, содержащих 2,5 % тонкомолотый базальт ($R_{сж.} = 45\text{МПа}$); кроме того, после 20 циклов заморозки и оттаивания прочность экспериментальных образцов не снизилась.

Таким образом, введение базальтовой пыли позволило не только улучшить свойства материала, но и увеличить прочность на сжатие. Эксперимент показал, что при введении тонкомолотой базальтовой ваты (базальтовой пыли) в качестве минерального наполнителя можно получить композиционные материалы высокой прочности.

И. И. ПОПОВ, А. В. КАЛГИН
Научный руководитель С. А. ГРИДНЕВ, д-р физ.-мат. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Воронеж, Россия

Самосмещенный магнитоэлектрический (МЭ) эффект заключается в создании внутреннего магнитного поля смещения в МЭ композитах в отсутствие внешнего постоянного магнитного поля. Одним из наиболее интересных путей избавления от внешнего смещающего магнитного поля является создание самосмещения на основе функционально градиентного ферромагнитного слоя.

В работе [1] были исследованы двухслойные МЭ композиты, в которых магнитострикционные слои формируются из распределенных в эпоксидном компаунде ферромагнитных гранул, а внутреннее магнитное поле смещения создается разделением магнитострикционных слоев на две области с различной концентрацией гранул.

В настоящей работе с целью выявления механизма, приводящего к появлению внутреннего магнитного поля смещения, изучены зависимости намагниченности от внешнего постоянного магнитного поля в МЭ композитах $x\text{Tb}_{0,12}\text{Dy}_{0,2}\text{Fe}_{0,68} - (1-x)\text{PbZr}_{0,53}\text{Ti}_{0,47}\text{O}_3$ (рис. 1).

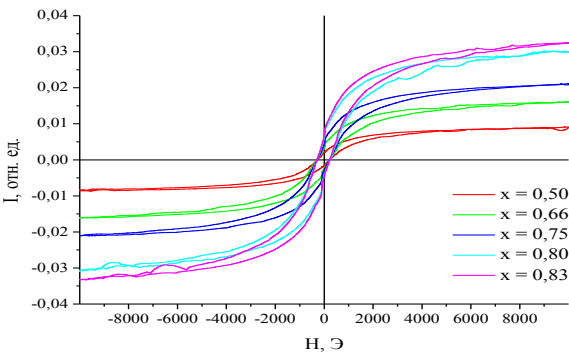


Рис. 1. Зависимости намагниченности от внешнего постоянного магнитного поля для образцов с различной концентрацией гранул x

С ростом доли ферромагнитной фазы увеличивается остаточная намагниченность, что, в материале с различной концентрацией гранул ферромагнитной фазы, приводит к появлению внутреннего постоянного поля смещения.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 16-42-360412) и РНФ (проект № 17-72-20105).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kalgin, A. V. Phys. Status Solidi C. / A. V. Kalgin, S. A. Gridnev, I. I. Popov. 2017. – V. 14, No. 3–4. – P. 6.

УДК 544.6
МОДИФИЦИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛИ ЗАЩИТНЫМИ
ПОКРЫТИЯМИ СПЛАВОМ ЦИНК-НИКЕЛЬ-КОБАЛЬТ

С. Ю. ПОЧКИНА

Научный руководитель Е. В. ЧЕНЦОВА, канд. хим. наук, доц.
ЭНГЕЛЬССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ф-л)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Ю. А. Гагарина»
Энгельс, Россия

В работе проведено исследование влияния режима электролиза и концентрации глицина в электролите на формирование защитных покрытий сплавом Zn-Ni-Co на стали в сульфатно-глицинатном растворе. Формирование осадков Zn-Ni-Co проводили с помощью потенциостата Р-30 в гальваностатическом и реверсивном режиме электролиза при наложении чередующихся импульсов катодного и анодного тока при соотношении количества катодного электричества к анодному равному 5.

Было отмечено, что при повышении тока осаждения от 5 до 20 мА/см² в покрытии увеличивается содержание кобальта, при снижении концентрации как цинка, так и никеля. Влияние катодного тока сохраняется, но оказывает меньшее влияние на состав покрытия при формировании сплава в реверсивном режиме электролиза. Применение нестационарного режима электролиза позволяет увеличить содержание никеля в сплаве, повысить коррозионную стойкость покрытий сплавом Zn-Ni-Co в 3 %-ном растворе NaCl.

В работе было установлено влияние комплексообразующей и буферизирующей добавки глицина на количественный состав сплава Zn-Ni-Co. При повышении концентрации в растворе глицина от 0,5 до 0,9 моль/л отмечена тенденция к увеличению содержания в покрытии никеля. Колебания в содержании кобальта в осадке составляют десятые доли процента, что не позволяет сделать заключение о значительном влиянии на его количество комплексообразователя.

Микроструктурные исследования образцов при увеличении в 1000 крат показали, что при низком катодном токе покрытия характеризуются микроуглублениями вследствие выделения водорода, при увеличении катодного тока формируются крупнодисперсные осадки. Реверсивный режим электролиза благоприятно влияет на микрораспределение гальванического осадка Zn-Ni-Co.

Наиболее мелкозернистые, коррозионностойкие покрытия сплавом Zn-Ni-Co были получены в реверсивном режиме электролиза при величине катодного тока 5 мА/см².

УДК 666.322.2
ИССЛЕДОВАНИЕ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ КВАРЦЕВЫХ ПЕСКОВ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ЛЕНИНДАР»

П. С. ЛАРИОНОВ

Научный руководитель Ю. Г. ПАВЛЮКЕВИЧ, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Гомельский горно-обогатительный комбинат, расположенный в п. Круговец-Калинино Добрушского р-на Гомельской обл., обогащает примерно 800 тыс. т/год кварцевых песков. Необогащенный кварцевый песок содержит глинистые минералы, полевые шпаты и оксиды железа, в связи с чем, необходимо его обогащение, которое производится отмучиванием и оттиркой. Образующие отходы обогащения в виде шлама вывозятся на полигон для хранения. В настоящее время глинистая часть отходов обогащения кварцевых песков месторождения «Лениндар» в промышленности не используется.

С помощью рентгенофлуоресцентного спектрометра определен химический состав глинистой части отходов обогащения кварцевых песков месторождения «Лениндар», мас. %: SiO₂ – 69,25; Al₂O₃ – 17,43; Fe₂O₃ – 3,55; TiO₂ – 1,08; CaO – 0,36; MgO – 0,54; K₂O – 0,63; Na₂O – 0,89; потери при прокаливании – 6,27.

Рентгенофазовый анализ показывает, что основными минералами в глинистой части отходов обогащения кварцевых песков месторождения «Лениндар» являются монтмориллонит и каолинит. В качестве примесных минералов присутствуют гематит и микроклин.

Произведен термический анализ глинистой части отходов обогащения кварцевых песков месторождения «Лениндар» с помощью дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК). На полученной кривой ДСК присутствуют 2 эндо- и 1 экзоэффекты. Первый эндоэффект наблюдается при температуре 110 °С и обусловлен удалением физически связанной влаги. Второй эндоэффект с минимумом при температуре 525 °С обусловлен дегидратацией глинистых минералов. При температуре 935 °С наблюдается экзоэффект, обусловленный кристаллизацией муллита.

Определены основные свойства глинистой части отходов обогащения кварцевых песков месторождения «Лениндар» и в соответствии с нормативными документами произведена их классификация: по числу пластичности глинистая часть отходов обогащения кварцевых песков относится к высокопластичным; по коэффициенту чувствительности к сушке – среднечувствительным; по огнеупорности – тугоплавким; по содержанию частиц размером менее 0,01 мм – высокодисперсным.

И. А. ЛАДНЫХ
Научный руководитель А. И. ЗГИРОВСКИЙ, канд. техн. наук, доц.
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Минск, Беларусь

Широкое применение древесины в строительстве объясняется весьма ценными свойствами этого материала. Дерево, как строительный материал конкурирует с железобетоном и металлом. Главным преимуществом деревянных конструкций является химическая стойкость к воздействию агрессивных сред. Это превосходство чаще всего используют для строительства спортивных объектов и складских комплексов для хранения и переработки калийных удобрений и солей. Однако с течением времени в конструкциях и элементах зданий и сооружений появляются дефекты и повреждения, которые необходимо устранять.

Наиболее широко распространенными конструкциями спортивных и складских помещений являются клееные арки. Один из способов усиления представлен на Рис. 1. Данные способы усиления не всегда применимы для зданий и сооружений с высоким показателем химически агрессивных сред, так как для усиления применяются металлические элементы, которые подвергаются коррозии.

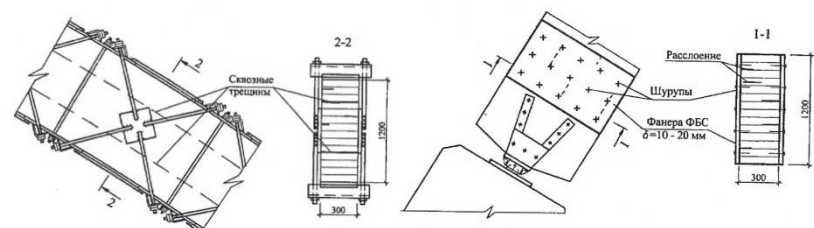


Рис. 1. Усиление клееных деревянных арок

В настоящее время активно развивается рынок по производству и применению композитных материалов, в частности CFRP материалы. Эти материалы уже нашли широкое применение в области усиления железобетонных конструкций, деревянных изгибаемых балок.

Авторы предлагают рассмотреть возможность использования CFRP-лент для усиления сжато-изгибаемых деревянных клееных элементов конструкций. CFRP материалы имеют аналогичные с древесиной преимущества: высокая прочность, доступность, высокая химическая стойкость к воздействию химически агрессивных сред. Благодаря сочетанию композитных естественных и искусственных материалов, возможно получить конструкции с высокими показателями по прочностным характеристикам и химической стойкости.

М. И. ПРОНИНА, А. С. ЗЕМЛЯКОВ, М. С. ЛУШАКОВА
Научный руководитель С. И. МАДВЕЙКО, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
Минск, Беларусь

В резонаторных СВЧ плазмотронах для получения разряда используется энергия «стоячих волн». Наличие неоднородности распределения электрического поля в объеме резонатора приводит к неравномерности нагрева образцов и, следовательно, к неравномерности скоростей обработки материалов. В целях снижения неравномерности распределения СВЧ энергии в резонаторной камере предложено использовать вращающийся диссектор, который крепится внутри резонатора. Диссектор представляет собой несколько металлических лопастей определенной конфигурации, закрепленных на общей оси. Экспериментальные исследования распределения электромагнитной энергии в разрядном объеме проводились на базе лабораторной СВЧ плазменной установки резонаторного типа. Характер распределения мощности СВЧ волны в объеме плазмы СВЧ разряда исследовался при помощи «активного зонда», подключенного к измерителю мощности, который перемещался по оси кварцевой камеры СВЧ плазмотрона. Установлено (рис. 1), что вращение лопастей диссектора приводит к уменьшению разброса амплитуды величины СВЧ энергии по оси разрядной камеры. При вращении диссектора в зависимости от расположения лопастей, условия распространения электромагнитных волн меняются, что приводит к снижению неравномерности распределения электромагнитной энергии в резонаторной камере СВЧ плазмотрона.

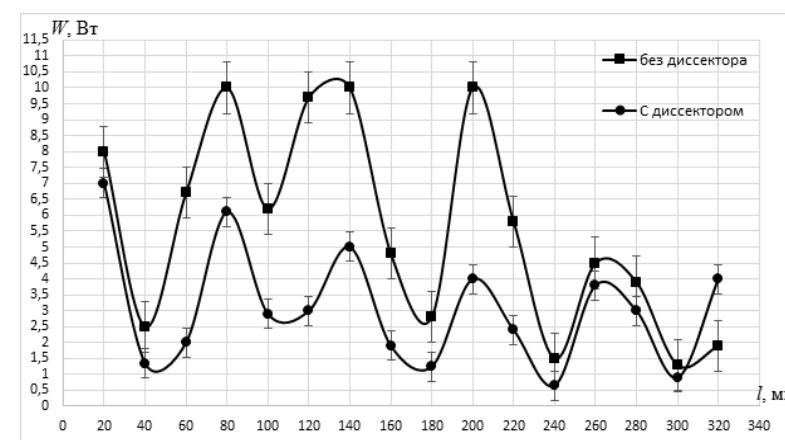


Рис. 1. Показания измерителя мощности по длине разрядной камеры

Предложенное конструктивное решение позволяет уменьшить неравномерность интенсивности СВЧ энергии в объеме разрядной камеры, что может обеспечить увеличение равномерности обработки материалов и изделий электронной техники.

М. А. РОМАНОВИЧ, Л. Г. РОМАНОВИЧ, И. С. ЛОКТИОНОВ
Научный руководитель А. А. РОМАНОВИЧ, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. Шухова»
Белгород, Россия

Известно, что измельчаемый в ПВИ материал после обработки давлением между валками отличается от исходного, он имеет форму в виде спрессованных пластин, а его частицы – микродефектную структуру. Это требует особых условий для доизмельчения в ШМ. Измельчаемый в ПВИ материал после его обработки давлением между валками отличается от исходного, он имеет форму в виде спрессованных пластин (рис.1), а его частицы – микродефектную структуру. Это требует особых условий для их доизмельчения в ШМ.

Проведенные исследования на экспериментальной установке, включающей в себя ПВИ и шаровую мельницу, оснащенную лопастными энергообменными устройствами, схема которой представлена на рис. 1, при помоле клинкера и добавок подтвердили высокую эффективность от их использования.

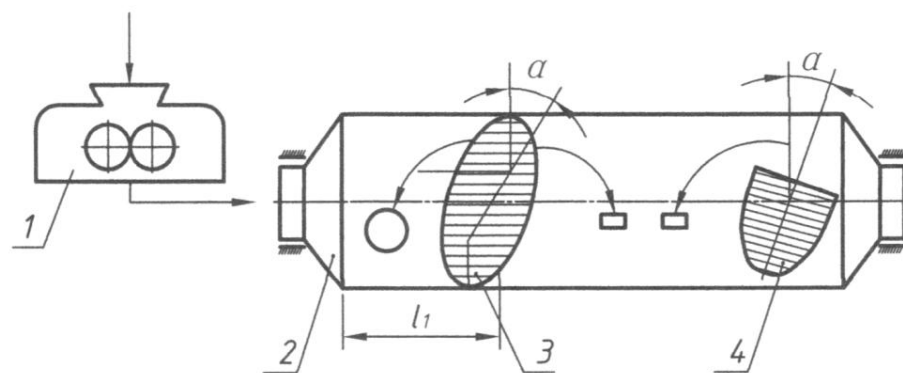


Рис. 1. Пресс-валковый измельчитель и шаровая мельница, оснащенная энергообменными устройствами: 1 – ПВИ; 2 – барабан; 3 – лопасть двойного действия; 4 – лопастной эллипсный сегмент

Производительность мельницы возросла на 40 %. Такое увеличение обосновано не только за счет предварительного измельчения в ПВИ материалов, но и за счет большей работы, совершаемой мелющими телами в шаровой мельнице.

М. В. ЛАБУЗОВА
Научный руководитель В. В. СТРОКОВА, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. Шухова»
Белгород, Россия

Известно [1–3], что введение анатазной модификации диоксида титана в строительные материалы позволяет обеспечить фотокаталитическое самоочищение их поверхности. Существует несколько методов оценки эффективности данного процесса в строительных материалах. В целом, их суть заключается в оценке скорости фотокаталитического разложения органических соединений. Фотокаталитическая активность зависит от способности катализатора создавать пары электрон–дырка, которые генерируют свободные радикалы, способные вступать во вторичные реакции. Исследуемые материалы подвергаются модельному УФ-излучению с определенной длиной волны и интенсивностью. Наиболее известными методиками являются: контроль изменения краевого угла смачивания поверхности строительного материала по мере разложения органического соединения; контроль обесцвечивания органического красителя. Каждый из методов имеет свои достоинства и недостатки, поэтому при разработке фотокаталитических строительных материалов рекомендуется использовать их в комплексе.

Работа выполнена в рамках реализации Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В. Г. Шухова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. TiO₂ photocatalysis in cementitious systems: Insights into self-cleaning and depollution chemistry. / A. Folli [et. al.]// Cement and Concrete Research. – 2012. – № 42(3). – P. 539–548.
2. Способы получения фотокаталитических покрытий для самоочищающихся строительных материалов и их эффективность / Е. Н. Губарева [и др.] // Научные технологии и инновации : сб. докл. междунар. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 84–88.
3. Строкова, В. В. Оценка свойств кремнеземного сырья как подложки в составе композиционного фотокаталитического материала / В. В. Строкова, Е. Н. Губарева, Ю. Н. Огурцова // Вестн. Белгород. гос. технол. ун-та им. В. Г. Шухова. – 2017. – № 2. – С. 6–12.

Н. В. КУРОЧКИН, М. С. УСОВ
 Научный руководитель Е. А. ШАРОЙКИНА
 Государственное учреждение высшего профессионального образования
 «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 Могилев, Беларусь

Помол клинкера при производстве цемента по затратам энергии уступает только его обжигу. На эти цели расходуется 30–40 кВт ч/т электро-энергии, а процесс осуществляется в чрезвычайно энергоемких металло-емких и дорогостоящих мельницах – шаровых и валковых. Однако эти машины полноценно отработали свою историческую роль и через определенное время должны быть заменены на более современные.

Эволюция помольной техники со всей определенностью показывает, что, во-первых, из всего многообразия способов разрушения твердых тел пока реальной альтернативы механическому нет; во-вторых, несомненен тот факт, что достигнуть требуемой степени измельчения в одном аппарате практически невозможно, а это предполагает многообразие различных способов воздействия на материал, что можно выполнить только в нескольких по своему исполнению технологических машинах.

Рассмотрим варианты построения схем помола с использованием этих аппаратов. Первый представляет собой помольный комплекс на основе дробилки ударного действия с вертикальным ротором и шаровой мельницей. Использование предизмельчителя ударного действия с вертикальным ротором позволяет за один проход получать продукт, содержащий 30–50 % класса – 0,08 мм и не более 5–6 % класса + 1 мм, а после его измельчения в шаровой мельнице получать цемент с удельной поверхностью 5000–5200 см²/г. Использование ударного предизмельчителя позволяет на 25–30 % повысить производительность комплекса, уменьшить энергоемкость помола на 20–25 % или получать цемент других потребительских свойств, например, быстротвердеющий.

Принципиально другой подход использован при разработке помола клинкера по схеме, в которой шаровая мельница сама является предизмельчителем, а для окончательной доводки материала до нужного дисперсного состояния используется рессорно-стержневая мельница. За счет этого предполагается увеличить производительность по проходу шаровой мельницы в 1,5–2,0 раза, а энергоемкость помола снизить до 18–20 кВтч/т.

А. Ю. САДИКОВ, С. А. ОЖОГИН, В. С. КАШУРИН А. С. СИМАГИН
 Научный руководитель О.А. КАЗАНЦЕВ, д-р хим. наук, проф.
 ДЗЕРЖИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ф-л)
 государственного образовательного учреждения высшего
 профессионального образования
 «НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
 УНИВЕРСИТЕТ им. Р. Е. Алексеева»
 Дзержинск, Россия

Ряд новых перспективных направлений практического применения некоторых азотосодержащих (мет)акриловых полимеров связан с тем, что в водных растворах они демонстрируют обратимый фазовый переход, при изменении условий окружающей среды (температура, pH и пр.). Особый интерес представляют стимулчувствительные полимеры с низшей критической температурой растворимости (НКТР), которые интенсивно исследуются в качестве ферментоподобных катализаторов, компонентов полупроницаемых мембран, биосенсоров.

Целью данной работы было изучение процесса сополимеризации N-[3-(диэтиламино)-пропил]метакриламида (ДЭАПМА) и N-[3-(диэтиламино)-пропил]акриламида (ДЭАПА), а также исследование термочувствительных свойств полученных (со)полимеров в водных растворах.

Были проведены работы по синтезу гомо- и сополимеров аминокрилов при различном начальном соотношении мономеров. Методом Файнмена-Росса определены относительные активности ДЭАПМА (0,582±0,1) и ДЭАПА (0,592±0,1) (рис. 1). Для синтезированных образцов гомо- и сополимеров аминокрилов выявлено наличие термочувствительных свойств и определены НКТР (табл. 1.). Установлено влияние среднего состава и концентрации сополимеров на температуру фазового перехода.

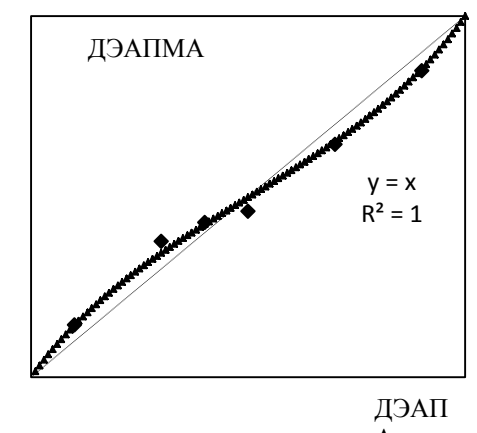


Рис. 1. Диаграмма состава сополимера ДЭАПМА и ДЭАПА

Табл. 1. Значения НКТР при различных концентрациях полимеров в воде (С)

Полимер	С, мас. %				
	0,05	0,1	0,25	0,5	1
ДЭАПА	44,6	40,5	33,6	31,7	28,1
ДЭАПА:ДЭАПМА 1:1	53,2	44,1	37,3	32,4	30
ДЭАПМА	55,8	46,2	38,9	36	33,2

УДК 669.018

СНИЖЕНИЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ
В МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ГЕРМОВЫВОДАХ ИЗДЕЛИЙ
ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Р. В. САФАРОВ

Научный руководитель В. Л. ЛАНИН, д-р техн. наук, проф.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

Минск, Беларусь

Металлокерамические гермовыводы, представляющие собой неразъемное соединение деталей из металла и керамики, обычно получаемое пайкой, широко используются в различных отраслях промышленности, а также в космической и военной технике. Важную роль в процессе их изготовления играет температурный режим пайки, который влияет на образование термомеханических напряжений в гермовыводах, вызывающих возникновение микротрещин в керамике.

Проведено моделирование термомеханических напряжений в пакете ANSYS Mechanical, для чего выбрана сетка из квадратных и треугольных элементов второго порядка PLANE183 с размером элемента 80 мкм (рис. 1). Начальная температура, при которой напряжения были нулевые, выбрана 800 °С. Величина зазора между деталью из ковара и керамикой варьировалась в пределах 10–200 мкм.

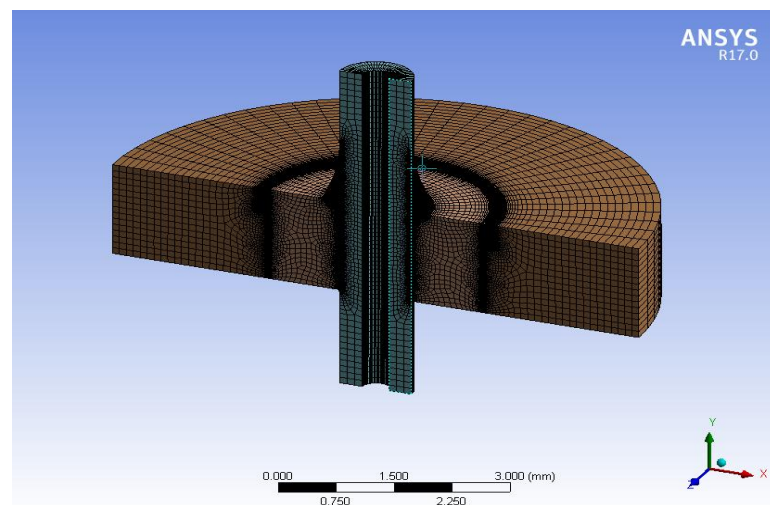


Рис. 1. Фрагмент расчетной сетки

Снижение термомеханических напряжений с 250 до 150 МПа достигнуто для гермовыводов с плавной галтелью припоя ПСр-72. Данный вариант более предпочтителен для применения ввиду сниженных значений термомеханических напряжений, возникающих в керамических деталях.

УДК 624.072.21.7

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ КРИВИЗНЫ ФУНДАМЕНТНОЙ БАЛКИ
С ТРЕЩИНАМИ

С. В. КУМАШОВ

Научный руководитель А. А. ВАСИЛЬЕВ, канд. техн. наук, доц.

Научный консультант О. В. КОЗУНОВА

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА»

Гомель, Беларусь

При проектировании фундаментов, как правило, предполагается, что они будут работать с трещинами [1]. В связи с этим предметом исследования в рассматриваемой работе является фундаментная балка с трещинами. В этом случае необходимо учитывать нелинейные свойства железобетона через переменную кривизну элемента балки.

До образования трещин железобетонные конструкции могут быть рассчитаны как линейно-упругие. При нарушении сплошности материала вследствие трещинообразования расчет производится методом, предлагаемым авторами монографии [1] и основанным на приведении железобетонного элемента с трещинами эквивалентному ему по жесткости сплошному элементу.

Основы современной теории деформирования железобетонных балок с трещинами заложены В.И. Мурашевым [2]. Основные предпосылки согласно этой теории сводятся к следующему:

- в сечениях с трещинами все растягивающие напряжения воспринимаются арматурой;
- эпюра напряжений в сжатой зоне бетона прямоугольная;
- средние деформации линейно меняются по высоте балки.

Наличие трещин приводит к тому, что даже в случае чистого изгиба балки высота сжатой зоны, деформации арматуры и бетона меняются по длине элемента балки. В связи с этим, для дальнейших расчетов их усредняют в пределах рассматриваемого элемента. Предпосылка о линейном изменении средних деформаций по высоте балки позволяет установить линейную связь между кривизной балки и средними деформациями бетона и арматуры.

Когда элемент фундаментной балки работает с трещинами зависимость между изгибающим моментом и кривизной принимается нелинейной, причем, горизонтальная площадка тем больше, чем больше ширина раскрытия трещин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Соломин, В. И.** Методы расчета и оптимальное проектирование железобетонных фундаментных конструкций / В. И. Соломин, С. Б. Шматков. – М. : Стройиздат, 1986. – 206 с.
2. **Мурашев, В. И.** Трещиностойкость, жесткость и прочность железобетона / В. И. Мурашев. – М. : Машиностроение, 1950. – 268 с.

УДК 624.159.14
 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСАДОК
 ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПОКРЫТИЯ 2ПП30.18-30 НА УПРУГОМ
 ОСНОВАНИИ

Р. В. КУМАШОВ
 Научный руководитель С. Д. СЕМЕНЮК, д-р техн. наук, проф.
 Государственное учреждение высшего профессионального образования
 «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 Могилев, Беларусь

Экспериментальные исследования производятся на основании полевых испытаний железобетонных плит автомобильных дорог серии БЗ.503.1-1, предназначенных для временных дорог (2ПП30.18-30).

Испытания проводятся с целью определения реального распределения осадок упругого основания под плитой дорожного покрытия.

Испытания производятся для следующих расчетных схем:

а) одно колесо на плите. Последовательно в 4 точках (в центре плиты, на краях плиты и в углу плиты) производится испытание одним домкратом на нагрузку 100 кН. Масса груза не менее 150 кН;

б) два колеса на плите. Производится испытание одновременно двумя домкратами в середине плиты на нагрузку 100 кН каждый, следующее испытание – на краю плиты на нагрузку 100 кН каждый. Масса груза не менее 300 кН;

в) четыре колеса на плите. Производится испытание одновременно четырьмя домкратами на нагрузку 100 кН каждый. Масса груза не менее 600 кН.

Измерение перемещений производится 9 прогибомерами с точностью 0,01 мм. Дополнительный прогибомер устанавливается на упорную конструкцию в точке приложения нагрузки для учета изгиба упорной конструкции.

Испытание проводится в два этапа.

1-й этап – последовательное приложение нагрузки. Испытание производится в каждой из 7 точек последовательным приложением нагрузки ступенями до максимальной величины, равной 100 кН.

2-й этап – циклическое приложение нагрузки. Испытание производится в каждой из 7 точек циклами нагружение-разгружение (10 циклов) на максимальную испытательную нагрузку 100 кН.

По результатам эксперимента будет проводиться численное исследование данной плиты на нагрузки идентичные испытательным. После чего будет проводиться сравнительный анализ экспериментальных данных и численных результатов и, при необходимости, корректировка методики расчета.

УДК 666.3/7
 ИЗНОСОСТОЙКИЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ
 С САМОГЛАЗУРУЮЩЕЙСЯ ПОВЕРХНОСТЬЮ

О. А. СЕРГИЕВИЧ, И. А. АЛЕКСЕЕНКО
 Научный руководитель Е. М. ДЯТЛОВА, канд. техн. наук, доц.
 Учреждение образования
 «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
 УНИВЕРСИТЕТ»
 Минск, Беларусь

Получение, нанесение и закрепление глазурного слоя является дополнительным и не всегда полезным технологическим переделом в керамической технологии, так как зачастую требуют предварительной операции фриттования глазури. Принцип получения самоглазурующего покрытия заключается в обогащении поверхностного слоя керамики щелочесодержащим компонентом при сушке и образование при обжиге легкоплавкого расплава, формирующего после охлаждения на поверхности глазурное покрытие.

К исходным компонентам сырья для получения такого покрытия предъявляется ряд требований, одно из которых – легкоплавкость, обусловленное повышенным содержанием щелочесодержащих оксидов [1].

Для проведения исследований с целью получения износостойкой керамики была выбрана анортит содержащая керамическая матрица, в которую дополнительно вводились 7 % щелочной добавки (20 %-ый водный раствор NaOH) и 0,2 % буры. Образцы сушились по специальному режиму и обжигались при температуре 1170 °С, что обеспечивало формирование на поверхности качественного глазурного слоя. Показатели свойств образцов оптимального состава представлены в табл. 1.

Табл. 1. Характеристики опытных образцов оптимального состава

Свойства и параметры	Величина показателя
Давление прессования, МПа	40
Кажущаяся плотность матрицы, кг/м ³	2240
Открытая пористость матрицы, %	0,4
Прочность при сжатии, МПа	102,7
Микротвердость, МПа	10800
Среднее отклонение профиля, нм	3,2
Коэффициент трения	0,24
Фазовый состав	Анортит, кристобалит, волластонит, натриевый анортит

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Погребенков, В. М.** Использование минерального сырья Сибири для получения самоглазурующихся керамических плиток / В. М. Погребенков, Е. Д. Мельник, В. И. Верещагин // Стекло и керамика. – 1997. – № 11. – С. 38–40.

О. А. СЕРГИЕВИЧ, В. С. МИСЮК

Научный руководитель Е. М. ДЯТЛОВА, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

В ряде случаев электрические изоляторы работают в условиях одновременного воздействия высоких значений электрического напряжения и температуры. Такие изоляторы должны обладать высоким удельным объемным сопротивлением при нагревании, нулевым водопоглощением, высокой химической устойчивостью и т.д. Сочетание высокой механической прочности, низких диэлектрических потерь, высокого электрического сопротивления, стабильности размеров и стойкости к воздействию агрессивных сред делает керамические высокоглиноземистые материалы наиболее приемлемыми для вышеуказанных целей.

На основе данных литературы для исследований выбрана система $Al_2O_3-SiO_2$ в поле кристаллизации корунда с дополнением различными модифицирующими добавками (CaO , MgO , SrO , BaO , CaF_2). В качестве исходных сырьевых материалов для изготовления опытных образцов использовались огнеупорная глина марки «Гранитик-Веско», технический глинозём ГК-2, карбонат бария (ГОСТ 2149), карбонат стронция (ТУ 95-2326), карбонат магния (ГОСТ 6419), борная кислота (ГОСТ 18704) и фтористый кальций марки х.ч. Сырьевые компоненты подвергались совместному сухому помолу, а образцы изготавливались методом полусухого прессования и обжигались при температуре 1350–1400 °С.

Установлено, что с увеличением температуры обжига физико-химические свойства образцов закономерно изменяются с повышением степени спекания. Совместное введение карбоната бария, борной кислоты и фторида кальция позволяет снизить температуру обжига изделий на 50 °С. Фазовый состав образцов, синтезированных при 1375 °С, представлен корундом и небольшим количеством муллита.

В результате исследований синтезированы опытные образцы электроизоляционного керамического материала, обожженные при 1350 °С, которые характеризуются следующими показателями свойств: водопоглощение – 0,15 %; открытая пористость – 0,37 %; кажущаяся плотность – 2429,0 кг/м³; ТКЛР при 300 °С – $5,9 \cdot 10^{-6} K^{-1}$; химическая стойкость к щелочам – 99,5 %, к кислотам – 98,8 %; удельное объемное электрическое сопротивление при 100 °С – $0,6 \cdot 10^{12} Ом \cdot м$; при 500 °С – $0,9 \cdot 10^8 Ом \cdot м$, что позволяет рекомендовать его для получения высокотемпературных электроизоляторов.

А. В. КУЗНЕЦОВ, М. В. ЛЕБЕДЕВ

Научный руководитель В. Т. ПАРАХНЕВИЧ, канд. техн. наук, доц.

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

В водопропускных трубах форма свободной поверхности зависит от режима работы трубы, ее длины и уклона. Различают безнапорный, полунанпорный и напорные режимы работы водопропускных труб.

В практике проектирования дорожных водопропускных труб в основном используется безнапорный режим их работы. Важным моментом при этом является необходимость четкого представления о характере свободной поверхности потока в трубе.

Форму свободной поверхности потока можно представить в виде 3 характерных участков:

- 1) начальный (входной) участок;
- 2) средний участок;
- 3) выходной участок.

На входном участке трубы скорость потока возрастает от начальной, на подходе к трубе до максимальной – в сжатом сечении. С гидравлической точки зрения этот участок начинается от сечения перед трубой, в котором наблюдается статический напор H , и заканчивается сечением, в котором глубина имеет минимальное значение – h_c . На среднем (втором) участке имеет место кривая подпора, которая заканчивается чаще всего прыжком «волна» или совершенным гидравлическим прыжком. При определенных условиях кривая подпора может отсутствовать. Длина участка в этом случае будет равна длине гидравлического прыжка. За прыжком, если нет влияния глубины нижнего бьефа, на третьем участке наблюдается кривая спада, которая заканчивается зоной растекания за трубой. Данная картина свободной поверхности потока в трубе будет наблюдаться, когда уклон трубы близок к критическому.

УДК 624.014
 ПРИМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ
 ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Д. О. КУЗМЕНКО
 Научный руководитель В. М. ФРИДКИН, д-р техн. наук, проф.
 Государственное учреждение высшего профессионального образования
 «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 Могилев, Беларусь

Строительство – быстроразвивающаяся отрасль, в которой, в последнее время, активно применяются современные программные комплексы на основе МКЭ. Однако во многих проектных организациях проектирование конструкций ведется по принципу «как есть»: используются нормативные требования, регламентирующие размеры конструкции, материалы и прочие технические и технологические условия. Заводы, производящие конструкции, в свою очередь, руководствуются принципом модульной координации размеров, не особо задумываясь над оптимизацией тех, либо иных конструкторских решений, ставя во главу угла экономическую выгоду от больших объемов продаж. Зачастую стандартные размеры сечений не всегда являются оптимальными, и имеют значительный запас по несущей способности.

На возведение перекрытий высотных зданий, в частности, приходится значительная часть стоимости (расходуется 20–25 % стали и 20 % бетона от общего объема материалов), поэтому исследования, направленные на разработку новых конструктивных решений и алгоритмов рационального проектирования, являются важной задачей. Для ее решения применяют различные варианты: теорию адаптивной, параметрической, топологической оптимизации и прочие.

Решен ряд задач оптимизации различного класса конструкций (стержневых, пластинчатых, комбинированных) при действии статических нагрузок. При этом оптимизационная задача формулировалась как задача минимизации объема конструкции при выполнении ограничений по прочности и прогибам. В работе рассматривается наиболее распространенный алгоритм проектирования конструкций рациональной структуры. Параметрическая оптимизация была выполнена на базе ПК ANSYS Workbench, с помощью модуля Response Surface Optimization – оптимизация по поверхности отклика.

Выполненные расчеты позволяют уменьшить расход материала на 10–30 % (в зависимости от задачи), без ухудшения несущих характеристик. Это позволяет сделать вывод, что расчетный комплекс ANSYS является мощным и эффективным инструментом для решения задач оптимизации и создания рациональных конструкций.

УДК: 547.333: 66.035.26
 ПОЛУЧЕНИЕ МИКРОГЕЛЕЙ
 N-[3-(ДИЭТИЛАМИНО)-ПРОПИЛ]АКРИЛАМИДА

А. С. СИМАГИН, А. Ю. САДИКОВ, С. А. ОЖОГИН, А. А. КОРЯКОВА
 Научный руководитель О. А. КАЗАНЦЕВ, д-р хим. наук, проф.
 ДЗЕРЖИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ф-л)
 государственного образовательного учреждения высшего
 профессионального образования
 «НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
 УНИВЕРСИТЕТ им. Р. Е. Алексеева»
 Дзержинск, Россия

Многие из N-[3-(алкиламино)алкил](мет)акриламидов, в том числе и использованный N-[3-(диэтиламино)-пропил]акриламид, способны образовывать полимеры с выраженными термо- и pH-чувствительными свойствами. Одним из перспективных направлений применения веществ, обладающих подобными свойствами, является создание полимерных микрогелей, частицы которых имеют размеры, измеряемые нано- и микрометрами. Многообещающим направлением является создание микрогелей поли-N-[3-(диэтиламино)алкил](мет)акриламидов для использования в качестве носителей лекарственных средств, высвобождающих заключенный в них препарат в тканях и органах с заданными условиями pH и температуры.

Микрогели поли-N-[3-(диэтиламино)-пропил]акриламида (пДЭАПА) получали радикальной полимеризацией в воде с использованием разных количеств сшивающего агента (метиленабисакриламида – МБАА) и ПАВ (додецилсульфата натрия). Реакция инициировалась инъектированием водного раствора натриевой соли 4,4'-азобис(4-цианпентановой кислоты) (НАЦК). Синтез велся на протяжении 5 ч в атмосфере азота при 70 °С и скорости перемешивания 400 об/мин. Размер полученных частиц оценивался методом динамического рассеяния света. В табл. 1 приведен диаметр преобладающей фракции частиц, полученных при различных условиях синтеза.

Табл. 1. Диаметр частиц пДЭАПА при разных концентрациях ПАВ и МБАА

ПАВ \ МБАА	0,0675 ммоль на 100 мл	0,135 ммоль на 100 мл	0,27 ммоль на 100 мл
0,115 ммоль на 100 мл	180 нм	154 нм	54 нм
0,23 ммоль на 100 мл	168 нм	40 нм	77 нм
0,46 ммоль на 100 мл	7 нм	8 нм	10 нм

Из табл. 1 видно, что оба варьируемых параметра – концентрация МБАА и концентрация ПАВ существенно влияют на размер частиц микрогеля пДЭАПА; при этом избыток ПАВ (0,46 ммоль на 100 мл) не позволяет получить полимер в форме микрогеля, стабилизируя в растворе отдельные полимерные молекулы или агрегаты незначительного количества молекул.

УДК 669.2:667.6
АНТИПРИГАРНЫЕ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ
АЛЮМОФОСФАТНОЙ СВЯЗКИ И ГОРНЫХ ПОРОД
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В. О. СТОЙКОВ, В. А. ШЕЛЕГ, С. Е. БАРАНЦЕВА
Научный руководитель Ю. А. КЛИМОШ, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Целью настоящего исследования является разработка антипригарных покрытий, используемых для защиты модельной оснастки фасонного алюминиевого литья. Как правило, они состоят из связующей основы и наполнителя, определяющих их физико-химические свойства, обусловленные спецификой внутреннего строения связки и видом наполнителя. Используемая как основа алюмофосфатная связка (АФС) представляет собой кислый раствор гидрофосфата алюминия с молекулярной формулой $Al(H_2PO_4)_3$. В качестве наполнителя использованы отечественные горные породы – граниты и базальты. Граниты относятся к отряду кислых магматических горных пород с высоким содержанием кремнезема (SiO_2 63–78 %), базальты – к отряду основных пород с низким содержанием кремнезема (SiO_2 45–52 %). В минеральном составе гранитов доминируют полевые шпаты и кварц; в количестве до 7–10 % могут присутствовать пироксены, амфиболы, слюды и рудные минералы. В базальтах, помимо полевых шпатов, присутствуют оливин, пироксены и рудные минералы в количествах до 50 %. Обе породы обладают высокой химической устойчивостью и износостойкостью.

При синтезе покрытий соотношение P_2O_5 : Al_2O_3 составляло от 3:1 до 4:1; соотношение связка-наполнитель варьировалось от 1:0,5 до 1:2. Покрытия наносили распылением и кистью на образцы стали Ст 45 при толщине наносимого слоя 0,5–1 мм.

В результате проведенных исследований установлено, что обе породы могут применяться как наполнитель в составе антипригарного покрытия, обеспечивая достаточную прочность сцепления с материалом изложницы и отсутствие дефектов на поверхности отливки. Визуально отмечено, что цвет покрытия с гранитом темно-серый, с базальтом – коричневый, что связано с большим содержанием в нем оксида железа. При испытании в условиях производства по степени износа покрытия будет выбран его оптимальный состав.

Разработанные антипригарные покрытия рекомендованы к апробации на ОАО «Минский моторный завод» при литье расплава алюминия в стальные изложницы.

УДК 693.55
ВЛИЯНИЕ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКИ НА ПРОЧНОСТЬ
ДИСПЕРСНОАРМИРОВАННОГО ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ

Л. Н. КСЕНШКЕВИЧ
Научный руководитель И. В. БАРАБАШ, д-р техн. наук, проф.
ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ
Одесса, Украина

Определяющее влияние на механические характеристики растворов и бетонов оказывает прочность цементного камня. Использование суперпластификаторов, активных минеральных добавок и органических волокон в сочетании с активацией вяжущего дает все основания как на ускорение процесса структурообразования в начальный период твердения, так и на повышение прочности цементного камня в марочном возрасте.

Среди активных минеральных добавок значительная роль в формировании структуры цементного камня отводится микрокремнезему. Особенно возрастает его роль в присутствии суперпластификатора С-3. Значительно усиливается эффект от совместного введения в портландцемент микрокремнезема и С-3 механоактивацией вяжущего в турбулентных потоках.

Предстоял интерес выяснить влияние механоактивации вяжущего (портландцемент + микрокремнезем + суперпластификатор С-3+ полипропиленовая фибра) на механические характеристики цементного камня. В эксперименте в качестве вяжущего использовался портландцемент активностью 48 МПа. Расход микрокремнезема Никопольского ферросплавного завода варьировался в диапазоне 0...10 % от массы цемента.

Концентрация суперпластификатора С-3 в исследованиях принималась равной 0...1 % от массы вяжущего. В качестве волокнистого наполнителя использовалась полипропиленовая фибра с размером волокон от 6–12мм в количестве от 0–1 %.

Время активации суспензии составляло 120 с. Скорость вращения ротора смесителя принималась равной 2800 об/мин.

После активации цементосодержащие суспензии выдерживались в формах в течении одних суток при $t = +20^{\circ}C$. По истечении 28-и суток образцы из цементного камня подвергались испытанию на сжатие.

Установлено, что механоактивация цементной суспензии в присутствии С-3, микрокремнезема и фибры приводит к повышению прочности цементного камня по сравнению с контролем в марочном возрасте с 62,4 до 113,4 МПа, то есть больше чем в 1,8 раз.

Е. Н. КРАНТОВСКАЯ, Н. Н. ПЕТРОВ, *С. В. СИНЬИЙ
ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И
АРХИТЕКТУРЫ
*ЛУЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Одесса, Луцк, Украина

При появлении первых нормальных и наклонных трещин над средней опорой и под сосредоточенным грузом от поперечной нагрузки деформации бетона, практически, распределяются по линейному закону, близкому к треугольнику. Перед разрушением измеренные деформации бетона сжатия распределяются по ломаному многоугольнику и треугольнику. Максимальные относительные деформации сжатия бетона (около 240×10^{-5}) наблюдаются в крайних или близких к ним волокнах.

Распределение деформаций сжатия бетона над средней опорой носит более сложный характер, так как они вызваны совместным действием изгибающего момента и поперечной силы и особенностями работы опорного сечения. Наибольшие сжимающие напряжения, а, следовательно, и максимальные деформации, возникают в бетоне под сосредоточенным грузом и над средней опорой. Их относительная величина перед разрушением балок близка к предельной, полученной при испытании призм, изготовленных из того же бетона и колеблется в диапазоне $\bar{\epsilon}_{\text{бу,гр}} = 20 \dots 165 \times 10^{-5}$, $\bar{\epsilon}_{\text{бу,оп}} = 145 \dots 170 \times 10^{-5}$.

При этом, по мере разрушения условной арки сжатия под сосредоточенным грузом, деформации бетона по высоте этого сечения в большинстве опытных балок меняют свой знак. До появления первых нормальных трещин над средней опорой и под сосредоточенным грузом рабочая арматура и защитный слой деформируются совместно. Относительные деформации арматуры и бетона колеблются в пределах $15 \dots 38 \times 10^{-5}$.

После появления трещин относительные деформации растянутого бетона снижаются, что свидетельствует о выключении его из работы, а относительные деформации растянутой арматуры увеличиваются. При этом величина приращений деформаций продольной арматуры зависит от количества этой арматуры.

Новые экспериментальные данные о деформативности материалов исследуемых элементов дают возможность определить кривизну и прогибы по упрощенным зависимостям опытных образцов-балок.

В. М. ТИТОВА
Научный руководитель Е. В. ТЕЛЕШ
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
Минск, Беларусь

Тонкие пленки диоксида кремния обладают высокими оптическими характеристиками и находят широкое применение в разнообразных оптических покрытиях, как материал с низким коэффициентом преломления. Новый метод нанесения тонких пленок SiO_2 посредством генерации потока ионов пленкообразующих газов из ионно-пучкового фокуса является перспективным, т.к. позволяет контролировать параметры ионного пучка и получать покрытия с высокими плотностью и адгезией.

Экспериментальные исследования проводили на модернизированной установке вакуумного напыления ВУ-1А.

Проведено исследование влияния скорости нанесения V_n на оптические характеристики покрытий из SiO_2 . В качестве рабочих газов использовались смесь моносилана с аргоном и кислород. Покрытия наносились на неподвижные подложки из кремния и стекла К8. В видимом диапазоне коэффициент пропускания составлял 0,80–0,92 и зависел от скорости нанесения. Увеличение V_n способствовало росту пропускания в УФ и видимой области спектра. Измерение спектров поглощения также показало, что покрытия, полученные при больших V_n , обладали и меньшим поглощением.

Исследование влияния температуры подложки T_n на характеристики покрытий показало, что в видимом диапазоне коэффициент пропускания составлял 0,82–0,91 и зависел от T_n . Оптимальная температура подложки для получения максимального пропускания в видимом диапазоне и минимального поглощения должна быть около 250 °С. Измерение спектров поглощения также показало, что покрытия, полученные при $T_n = 250$ °С, обладали и меньшим поглощением.

Измерение оптических параметров при изменении энергии ионов вторичного пучка показало, что в видимом диапазоне коэффициент пропускания составлял 0,85–0,90 для пленок, полученных при $U_d=0$ В (напряжение на диафрагме). В то же время при $U_d=100$ В коэффициент пропускания снизился до 0,75–0,75.

При измерении ИК спектров пропускания, при $U_d=100$ В, наблюдался ряд полос поглощения на 1500, 1600 и 1700 см^{-1} . Состав покрытия соответствовал $\text{SiO}_{2,1 \dots 2,15}$.

Н. А. ТОЛСТЫХ, А. И. БОЧАРОВ, И. Ю. КОБЯКОВ

Научный руководитель С. А. ГРИДНЕВ, д-р физ.-мат. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное
учреждение высшего образования
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Воронеж, Россия

Образцы $\text{Bi}_5\text{Ti}_3\text{Fe}_{0,5}\text{Ni}_{0,5}\text{O}_{15}$ были получены по стандартной двухстадийной керамической технологии. Исследования образцов методом рентгеновской дифрактометрии и растровой электронной микроскопии показали, что образцы принадлежат к орторомбической группе симметрии и являются однофазными со слоистой структурой (фазы Ауривиллиуса). Анализируя результаты исследований диэлектрической проницаемости $\epsilon'(T)$ и тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta(T)$, можно выделить ряд особенностей поведения кривых на рис. 1, следует отметить широкую область дисперсии как на зависимостях $\epsilon'(T)$, так и $\text{tg}\delta(T)$. В области 570 К на зависимостях $\epsilon'(T)$ при частоте 25 Гц наблюдается локальный максимум, который с ростом частоты вырождается в излом. Следует отметить, что в области низких частот температурное положение максимума практически не зависит от частоты. На зависимостях $\text{tg}\delta(T)$ в исследуемом температурном интервале отсутствуют явно выраженные максимумы, однако, присутствует ряд изломов кривых, положение которых сильно зависит от частоты измерительного поля. Можно предположить, что отсутствие максимумов связано со значительным вкладом проводимости в характер измеренных зависимостей, а частотная зависимость — с наличием некоего релаксационного процесса.

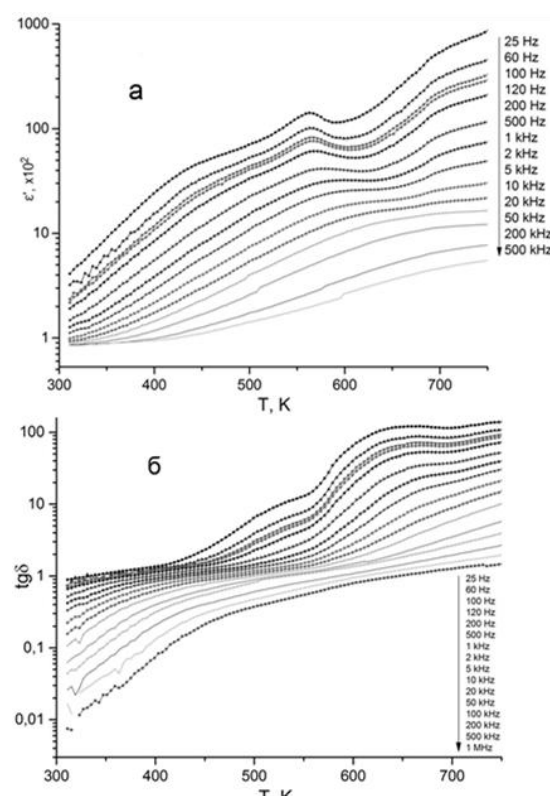


Рис. 1. Температурные зависимости $\epsilon'(T)$ (а) и $\text{tg}\delta(T)$ (б) при различных частотах

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 16-02-00072 и грант № 16-42-360412).

И. А. СТОЛЕВИЧ, О. И. СТОЛЕВИЧ

Научный руководитель А. И. КОСТЮК, канд. техн. наук, проф.
ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
И АРХИТЕКТУРЫ
Одесса, Украина

Из керамзитобетона на карбонатном песке были изготовлены и испытаны опытные партии стеновых камней, стеновых блоков, плит перекрытия и покрытия.

Результаты испытаний.

1. Средняя прочность камней СКУ-1 составила 3,01 МПа; СКУ-2 – 3,08 МПа; контрольных кубов – 3,12 МПа; призм – 3,0 МПа; морозостойкость – F25.

2. Среднее значение прочности блоков – 8,3 МПа; кубов и призм, соответственно, 10,6 МПа и 9,7 МПа; модуля упругости – 7650 МПа; коэффициента Пуассона – 0,23; появление трещин при нагрузке – 0,92 $\text{N}_{\text{разр}}$; плотность в высушенном до постоянного веса состоянии – 1140 кг/м^3 .

3. Плиты перекрытий и покрытий - предварительно-напряженные, по серии 1.141-1, вып. 63, марки П63.15-8Ат-Vл, сплошного сечения, из керамзитобетона, класса по прочности на сжатие – В12,5, плотностью Д1600. Средние результаты испытаний: прочность кубиковая – $R = 16,3$ МПа; призмная – $R_b = 14,2$ МПа; $E_b = 13630$ МПа; $\rho = 1570$ кг/м^3 . Контрольная разрушающая нагрузка – $q_{\text{разр}}^k = 1310$ кг/м^2 ; опытная разрушающая нагрузка на девятом этаже составила $q_{\text{разр}}^{\text{оп}} = 1616$ кг/м^2 ; контрольный прогиб при контрольной нагрузке $q_f^k = 593$ кг/м^2 составляет $f^k = 14,8$ мм. Фактический прогиб при контрольной нагрузке q_f^k составил $f_{\text{к}}^{\text{оп}} = 7,95$ мм. Первые трещины появились при нагрузке $q^{\text{оп}} = 1422$ кг/м^2 .

Опыт многочисленных отечественных и зарубежных исследований, производственная практика показывают, что лёгкие бетоны на пористых заполнителях различных видов по-прежнему являются эффективным материалом конструкционного, конструкционно-теплоизоляционного и теплоизоляционного назначения.

Результаты исследований доказали возможность применения керамзитобетона на карбонатном песке так же в монолитных несущих и ограждающих конструкциях.

Н. Н. КОРЗАЧЕНКО, А. И. СЕРГЕЕВ

Научный руководитель Н. В. КОРНИЕНКО, канд. техн. наук, проф.
КИЕВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СТРОИТЕЛЬСТВА И
АРХИТЕКТУРЫ
ЧЕРНИГОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
Киев, Чернигов, Украина

Работы по возведению подземной части зданий по своему характеру отличаются от работ по возведению надземной части здания. Подземные конструкции в большей степени контактируют с внешней средой. На особенность работ влияют рельеф местности, инженерно-геологические и гидрогеологические условия площадки строительства, метеорологические условия и пр. При проектировании оснований и фундаментов на грунтовых условиях с особыми свойствами должны предусматриваться специальные технические решения и организационные мероприятия, направленные на выявление и предотвращение аварийных ситуаций и обеспечения безопасности.

Во время эксплуатации подземных конструкций внешние нагрузки увеличиваются вследствие воздействия различных факторов (надстройки, пристройки, перепланировки помещений, особенно без соблюдения норм и т. д.). В то же время техническое состояние подземных конструкций со временем ухудшается, что обусловлено негативными процессами в толще грунтов оснований (особенно в сложных инженерно-геологических условиях). Поэтому для таких конструкций одним из главных критериев является надежность, долговечность и конструктивная безопасность.

В последние годы разработано и введено в действие ряд нормативных документов для проектирования и возведения фундаментов в сложных инженерно-геологических условиях. В проекте в составе эксплуатационной документации должны быть предусмотрены технические и организационные мероприятия по предотвращению аварий и обеспечения безопасности. Вместе с тем в этих нормативных документах не конкретизированы или отсутствуют полностью требования по разработке эксплуатационной документации в составе проекта.

На основании анализа нормативной документации по обеспечению надежности и конструктивной безопасности зданий было выявлено необходимость введения дополнений по безопасной эксплуатации зданий возведенных на территориях с особыми условиями и свойствами грунтовых оснований.

М. В. ТРЕГУБЕНКО, *Н. А. ЩЕРБИНА, Е. В. БЫЧКОВА

Научный руководитель Л. Г. ПАНОВА, д-р хим. наук, проф.
ЭНГЕЛЬССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ф-л)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Ю. А. Гагарина»
*БАЛАКОВСКИЙ ИНЖЕНЕРНО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ф-л) федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»
Энгельс, Балаково, Россия

Создание биоразлагаемых полимерных композиций приобретает все более актуальное значение [1]. Перспективным направлением является разработка композиций с биоразлагаемыми свойствами на основе природных полисахаридов.

Цель данной работы заключается в исследовании структуры и свойств полисахаридов и биополимерных материалов на их основе.

Введением пластификаторов в картофельный и кукурузный крахмал, полисахарид переведен в термопластичное состояние. Стадиями получения термопластичного крахмала являются: диспергирование полимера в воде; пластифицирование при постоянном помешивании; желатинирование в течение 25 мин при температуре 90 °С. Пленки из растворов формовались методом полива на стеклянную поверхность. Свежесформованная пленка дозревала в сушильном шкафу, охлаждалась до комнатной температуры и снималась с подложки.

Исследованы пленки, полученные отдельно из кукурузного, картофельного крахмала, а также бикомпонентного состава. Использование смеси крахмалов для получения термопластичных пленок существенно изменяет морфологию поверхности образцов. Отсутствует однонаправленность поверхностных слоев пленки, характерная для морфологии пленок, полученных из отдельных видов крахмала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тертышная, Ю. В. Биоразлагаемые полимеры: перспективы их масштабного применения в промышленности России / Ю. В. Тертышная, Л. С. Шибряева // Экология и промышленность России. – 2015. – Т. 19. – № 8. – С. 20–25.

УДК 55.22.19

ПЛАЗМЕННЫЕ ПОКРЫТИЯ ИЗ МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫХ
ПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{TiO}_2$

А. С. ФЕДОСЕНКО

Научный руководитель Г. Ф. ЛОВШЕНКО, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ АВИАЦИИ»
Могилев, Минск, Беларусь

Плазменные газотермические покрытия на основе оксидов являются перспективными для упрочнения поверхности деталей машин, работающих в сложных эксплуатационных условиях. Их общими недостатками являются малые значения коэффициента температурного линейного расширения, значительные остаточные напряжения, низкая стойкость против механических и тепловых ударов. Все это существенно ограничивает их применение.

Эффективным способом устранения перечисленных недостатков является введение в состав керамических композиций компонента, отличающегося высокой пластичностью. При этом для достижения наибольшего эффекта, вводимая добавка должна иметь максимально равномерное распределение. В связи с этим, перспективным способом получения таких материалов является технология реакционного механического легирования.

В результате проведенных исследований, были разработаны композиционные порошки на основе системы $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$, в которые, в качестве легирующей добавки, вводились никель и/или алюминий.

Установлено, что металл, вводимый в шихту, в процессе обработки в механореакторе равномерно распределяется по поверхности частиц оксидов, а также по границам зерен и субзерен, образуя при напылении прослойки толщиной в десятые доли микрометра, выступающих в роли компенсаторов внутренних напряжений. Исследование структуры и свойств плазменных покрытий позволили установить, что введение в состав исходной шихты металлической составляющей (Ni и/или Al), сопровождается увеличением вязкости покрытий почти в 2 раза. Присутствие металлических прослоек повышает их стойкость к образованию трещин; изменяет характер разрушения, что увеличивает допустимый интервал технологических факторов, обеспечивающих получение качественных покрытий, а также расширяет область их применения.

УДК 691.215.1:691.5:661.25

СТРУКТУРНО-УПРАВЛЯЕМЫЙ СИНТЕЗ ГИДРАТИРОВАННОГО
СУЛЬФАТА КАЛЬЦИЯ

М. А. КОМАРОВ, Н. Г. КОРОБ, Д. М. КУЗЬМЕНКОВ

Научный руководитель М. И. КУЗЬМЕНКОВ, д-р техн. наук, проф.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

В связи с отсутствием природного гипса в Республике Беларусь и экономической привлекательностью использования гипсовых вяжущих актуальной задачей является получение синтетического гипса и последующая переработка его на гипсовые вяжущие. Наличие в Беларуси карбонатного сырья и отработанной, не используемой повторно серной кислоты на ОАО «СветлогорскХимволокно» дает возможность получения на их основе синтетического гипса, который может служить как товарным продуктом, так и создавать хорошие предпосылки для последующей переработки его на гипсовые вяжущие, предназначенные для строительного комплекса, медицины и др.

Синтетический гипс получали путем взаимодействия серной кислоты с меловой суспензией. В дальнейшем суспензия синтетического гипса выдерживалась для создания условий роста кристаллов $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, после чего отправлялась на фильтрацию для отделения полученных частиц от маточного раствора.

Проведенные системные исследования позволили установить, что эффективность отделения осадка от маточника зависит от многих факторов: от размера частиц, образующихся от срастания отдельных кристаллов $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, что в свою очередь зависит от продолжительности разложения меловой суспензии, длительности выдержки полученной суспензии синтетического гипса, а также от качества воды, используемой для приготовления меловой суспензии. Исследования, проведенные с использованием лазерного гранулометра показали, что на очищенной речной воде размер получаемых частиц синтетического $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ лежит в диапазоне 20–100 мкм; на артезианской воде – преимущественно в диапазоне 100–500 мкм, на основании чего можно сделать вывод о том, что растворенные в речной воде примеси препятствуют агрегированию частиц гипса. Более крупные частицы обуславливают наилучшую фильтрацию получаемой суспензии.

Получаемый синтетический гипс имеет в своем составе не менее 95 % $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, что соответствует гипсовому камню I сорта, а гипсовое вяжущее на его основе, полученное в гидротермальных условиях, имеет прочность в двухчасовом возрасте в диапазоне 10,8–12,6 МПа.

УДК 691.32-033.33

ПРОЧНОСТНЫЕ И ДЕФОРМАТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
КЕРАМЗИТОБЕТОНОВ НА ОСНОВЕ СЫРЬЯ ЗАВОДОВ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Э. А. КЕТНЕР

Научный руководитель С. Д. СЕМЕНЮК, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Бетон и железобетон в различных его модификациях – один из основных строительных материалов. Легкие бетоны средней прочности на основе керамзита широко применяются в промышленном и гражданском строительстве в Российской Федерации, Украине, Польше и др. Особое значение легкий бетон имеет при возведении многоэтажных монолитных зданий и сооружений, а также при строительстве зданий из крупных панелей и блоков. Использование его существенно снижает трудоемкость, вес и стоимость объектов. Для соответствия белорусских нормативных документов Еврокоду необходимо уточнить некоторые прочностные и деформативные характеристики легких бетонов, что для Республики Беларусь является актуальным. С этой целью были проведены экспериментальные и теоретические исследования прочности и деформативности образцов из керамзитобетона классов LC 9/10, LC 10/12, LC 16/18 и LC 30/33 в виде кубов, призм и цилиндров.

Испытание призм и кубов на кратковременное центральное сжатие проводилось в полном соответствии с требованиями ГОСТ 24452-80*.

На основе экспериментальных данных получена зависимость, описывающая кинетику роста прочности керамзитобетона во времени в виде гиперболы, позволяющей прогнозировать прочностные характеристики возводимых конструкций зданий и сооружений. В этой связи для образцов из керамзитобетона класса 9/10...30/33 были определены следующие характеристики: кубиковую, призмную и цилиндрическую прочность, коэффициенты призмной и цилиндрической прочности, модули продольных и поперечных деформаций, коэффициент упругости, касательный модуль и модуль сдвига, объемные деформации, коэффициент Пуассона, пределы верхнего и нижнего микротрещинообразования. Полученные данные можно использовать при прогнозировании работы керамзитобетонных конструкций, зданий и сооружений, работающих в условиях как элементарного, так и сложного деформирования.

УДК 621.7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ ПРИ НАРУЖНОЙ ВЫСАДКЕ КОНЦОВ ТРУБ
ИЗ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ МАРОК СТАЛЕЙ

А. А. ФЕДУЛОВ, И. И. НЕКРАСОВ, В. А. ХОРЕВ

Научный руководитель В. С. ПАРШИН, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. первого Президента России Б. Н. Ельцина»
Екатеринбург, Россия

На сегодняшний день для нефтяных и газовых скважин с высоким содержанием углекислого газа и сероводорода, осложненных высокими температурами и давлениями, все более широкое применение находят насосно-компрессорные трубы из коррозионностойких сталей 18ХМФБ, 18ХЗМФБ и 15Х5МФБ.

Выбор технологических режимов при наружной высадке таких труб, соответствующего оборудования и инструмента сталкивается с проблемой определения усилий, действующих в данном процессе. На кафедре металлургических и роторных машин ФГАОУ ВО УрФУ совместно с АО «ПНТЗ» проведены работы по созданию математической модели для определения усилий прямого и обратного хода, с ее реализацией в программном продукте для проведения расчета.

При создании математической модели использованы: вариационный принцип возможных изменений деформированного состояния, метод баланса работ, метод конечных элементов. Вариационный принцип и метод баланса работ применены при составлении аналитических выражений для нахождения усилия прямого хода в процессе высадки. Метод конечных элементов (пакет DEFORM-3D) использован для нахождения величины сопротивления деформации металла и нахождения коэффициента связи усилий прямого и обратного хода пуансона. Полное решение реализовано в программном продукте Mathcad с использованием интегратора приложений MathConnex.

Сравнение результатов расчета по предлагаемой математической модели с результатами экспериментальных исследований, проведенных на гидравлическом высадочном прессе фирмы SMS Meer при высадке труб из стали 15Х5МФБ типоразмера 73,01х5,51 говорит об адекватности созданной математической модели реальному процессу деформирования.

М. В. ХАХЛЕНКОВ, А. А. КАМЫНИН

Научный руководитель С. А. ГРИДНЕВ, д-р физ.-мат. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Воронеж, Россия

Целью данной работы являлось установление закономерностей и особенностей поведения МЭ свойств трехслойного композита $\text{Fe}_{0,45}\text{Co}_{0,45}\text{Zr}_{0,1} - \text{Pb}(\text{Zr}_{0,53}\text{Ti}_{0,47})\text{O}_3 - \text{Fe}_{0,45}\text{Co}_{0,45}\text{Zr}_{0,1}$ (FCZ-PZT-FCZ).

Композит FCZ-PZT-FCZ состоял из подложки (керамика PZT), на которую с двух сторон наносилась тонкая плёнка ферромагнитного материала FCZ методом ионно-лучевого распыления.

При изучении обратного МЭ эффекта образец помещался в измерительную катушку индуктивности, где совершал колебания под действием электрического напряжения, приложенного к PZT. Деформации, действующие на FCZ, приводили в результате эффекта Виллари к изменению магнитной индукции, величина которой B_0 определялась по наведенной в катушке эдс u_0 :

$$B_0 = \frac{u_0}{2\pi fNS}. \quad (1)$$

Магнитоэлектрический коэффициент определяется выражением

$$\alpha = \frac{B_0}{E_0} = \frac{1}{2\pi fNSE} \frac{u_0}{E_0}. \quad (2)$$

Таким образом, измерив эдс, наведенную в катушке, были получены зависимости магнитоэлектрического коэффициента от частоты, представленные на рис. 1. Как видно наибольший магнитоэлектрический отклик имеет место на частотах, совпадающих с резонансными частотами PZT. Отметим, что в отсутствие магнитного поля магнитоэлектрический отклик больше на частоте первого резонанса по ширине (530 кГц), что возможно обусловлено более высоким коэффициентом электромеханической связи для данного резонанса.

Работа выполнена при поддержке РФФИ по гранту № 16-02-00072.

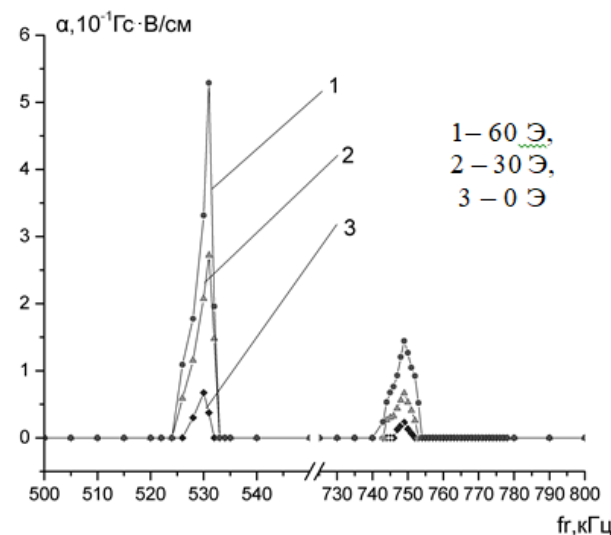


Рис. 1. Частотная зависимость магнитоэлектрического коэффициента при амплитуде электрического поля 1 В и различном постоянном магнитном поле

А. А. КАРАМЫШЕВ

Научный руководитель И. Г. МАЛКОВ, д-р архитектуры, проф.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА»
Гомель, Беларусь

В работе сделана попытка методологического подхода к использованию колористических аспектов оформления фасадных плоскостей в массовой типовой застройке прошлых этапов и современных многоэтажных зданий жилого и общественного типа.

В результате анализа ситуации, на примере г. Гомеля показаны достоинства и недостатки современного подхода к цвету, проанализированы исторические периоды в массовом типовом строительстве в СССР и последующем времени. Показана связь колеров строительных материалов и лакокрасочных изделий с современной классификацией строительной и дизайнерской колористики, в системах цветов RGB, CMYK, HSB. Выявлены достоинства и недостатки цветовых решений на примере зданий: торговый центр «Секрет» – ул. Гагарина 65; универмаг «Гомель» – ул. Советская 60; торговый центр «Виктория» – ул. Карповича 28; бизнес-центр «Славия» – ул. Речицкий проспект 80; универсам «Долгострой» – Речицкий проспект 60; «Евроопт» – Речицкий проспект 86а. Показаны примеры недочетов советского периода на примере жилых домов г. Гомель: 1 ул. Проспект космонавтов 84; ул. Проспект Октября 76; ул. Мазурова 113; ул. Мазурова 101; ул. Косарева 39. Показано отсутствие динамики в цветовом решении на примере домов г. Гомель: ул. Осипова 9; ул. 60 лет БССР; ул. Гайдара 10; ул. Федюнинского 6; ул. Федюнинского 6; ул. Ефремова 20; ул. Речицкий проспект 91; ул. Речицкий проспект 75; ул. Речицкий проспект 91, ул. Ефремова 9; ул. Головацкого 138; ул. Осипова 4; бульвар Газеты "Гомельская правда" дом 38; бульвар Газеты «Гомельская правда» 21; ул. Головацкого 127.

В результате можно сделать следующие выводы:

- 1) вопросы оформления цветовых плоскостей требуют выработки отдельной методологии;
- 2) оформление фасадных плоскостей экономически целесообразно связывать с капитальным ремонтом массовой жилой застройки;
- 3) к вопросам цвета необходимо подходить комплексно, с привлечением наиболее талантливых, ведущих архитекторов.

УДК 691.32 -033.33

ПРОЧНОСТЬ КЕРАМЗИТОБЕТОНА НА ОСНОВАНИИ СЫРЬЯ
ЗАВОДОВ БЕЛАРУСИ ПРИ МАЛОЦИКЛОВОМ СИЛОВОМ
НАГРУЖЕНИИ

В. А. КАПИТОНОВА

Научный руководитель С. Д. СЕМЕНЮК, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Легкие бетоны на основе керамзита широко применяются в промышленном, сельскохозяйственном и гражданском строительстве.

Для определения прочности керамзитобетона при малоцикловом силовом нагружении предполагается провести исследование керамзитобетонных элементов на основе лёгкого бетона.

Исследования проводились на образцах призм размером 150x150x600 мм и цилиндров диаметром 150 мм и высотой 300 мм. Были испытаны две призмы и два цилиндра классов LC 16/18 и LC 30/33.

Режим приложения нагрузки при малоцикловом нагружении следующий:

- 1) нижний уровень нагружения $\eta_{low} \leq 0,4$, средний уровень – $\eta_{top} \approx 0,6$;
- 2) нижний уровень нагружения $\eta_{low} \leq 0,4$, верхний уровень – $\eta_{top} \approx 0,8$;
- 3) изменения уровня нагрузки со среднего на высокий (с $\eta_{top1} = 0,6$ – $0,7$ до $\eta_{top1} = 0,8$ – $0,85$);
- 4) внезапное скачкообразное изменение уровня нагрузки на более высокий с последующим возвращением к эксплуатационному уровню.

На каждой ступени в течение 3–5 мин осуществляется выдерживание нагрузки. Продольные и поперечные деформации фиксируются в начале и в конце выдержки на каждой ступени.

Верхний уровень нагружения назначался исходя из значений призмочной прочности бетона, полученной по результатам испытания призм 150x150x600 мм кратковременным осевым сжатием f_{cm} .

При проведении исследований фиксируется значение уровня нагрузки, количество циклов нагружения до разрушения образца, величину продольных и поперечных деформаций.

УДК 538

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
НИЗКОТЕПЛОПРОВОДНОГО УТЕПЛИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА
ПУТЕМ ПЕРЕРАБОТКИ ВЛАЖНЫХ ОТХОДОВ
БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

А. О. ХОЛУДЕНЕВА

Научный руководитель В. В. РЫЖАКОВ, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Пенза, Россия

В настоящее время крайне актуальной является проблема утилизации отходов бумажного производства, которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду. С целью экономии затрат на обезвреживание и захоронение отходов целесообразно применять простой и безопасный метод переработки данных отходов в продукцию, востребованную на рынке, например, строительных материалов. В настоящее время не существует метода сушки, который отличался бы оперативностью, безопасностью и экономичностью. Для решения этой задачи предлагается использовать метод электроосмоса, как наиболее безопасного в экологическом плане и простого в реализации, для интенсификации процесса сушки отходов бумагоделательного производства.

Авторами была разработана технология переработки отходов бумагоделательного производства, основанная на электроосмотическом обезвреживании, а также технология производства утеплительных материалов из этих отходов. Технология производства утеплительных материалов является экологически чистой, поскольку в качестве сырья вступают отходы бумажного производства, что делает технологию производства бумаги почти безотходной. Кроме того, установка по переработке сырья использует в качестве энергии – электрическую энергию. В результате лабораторных испытаний образцов было установлено, что данный материал относится к пятому (минимально опасному) классу опасности, содержание веществ (тяжелых металлов, примесей) не превышает допустимые нормы, острого токсического действия не выявлено. Сравнительный анализ интенсивности обезвреживания показывает, что метод электроосмоса на 30 % экономичнее термических и термомеханических методов.

Использование данной технологии утилизации отходов позволяет:

- минимизировать негативное воздействие на окружающую среду;
- избежать значительных штрафов за несоблюдение требований экологического законодательства;
- снизить размеры платежей за негативное воздействие на окружающую среду;
- получить выгоду от использования отходов в качестве вторичных материальных ресурсов.

УДК 666.26
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОКСИДОВ MgO, CaO И ZnO НА
ПРОЦЕСС ГЛУШЕНИЯ МАЛОЩЕЛОЧНЫХ БОРОСИЛИКАТНЫХ
СТЕКОЛ

А. Е. ШЕЦКО
Научный руководитель А. П. КРАВЧУК, канд. техн. наук
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Для обеспечения высоких декоративно-эстетических характеристик сортовых стекол широкое применение находит глушение, которое приводит к потере прозрачности стекла и появлению молочно-белой окраски. Глушение стекол обеспечивается процессом фазового разделения: формированием кристаллической фазы или ликвацией. Значительный интерес представляет получение глушеных стекол путем ликвационного разделения, что позволяет избежать применения в качестве глушителей экологически опасных соединений: фторидов и фосфатов.

Экспериментальные стекла, обладающие высокой склонностью к ликвации, получены в области малощелочной боросиликатной системы Na_2O – MgO – CaO – ZnO – B_2O_3 – Al_2O_3 – SiO_2 , в которой содержание MgO, CaO и ZnO варьировалось в интервале 2–11, 6–15 и 0–9 мас.% соответственно, а содержание остальных оксидов оставалось постоянным, мас. %: SiO_2 – 68; B_2O_3 – 9,0; Na_2O – 4,5; Al_2O_3 – 1,5.

Синтез опытных стекол осуществлялся в фарфоровых тиглях в газовой стекловаренной печи при температуре 1500 °С с выдержкой 1 ч. Визуальная оценка полученных образцов показала, что стекла хорошо проварились, имеются незначительные включения мошки, крупные пузыри отсутствуют. Окраска стекол молочно-белая.

Все стекла теряли прозрачность при выработке, что обусловлено процессом глушения. Наибольшей степенью заглушенности отличаются стекла с высоким содержанием CaO. Замещение CaO на MgO и, особенно, ZnO в составе стекол приводит к снижению степени глушения.

В результате исследования физико-химических свойств глушеных стекол выявлено, что в сравнении с известными сортавыми стеклами они характеризуются низким ТКЛР $((51,9\text{--}60,2) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1})$, высокими значениями микротвердости (6150–6440 МПа) и водостойкости (II гидролитический класс).

На основе полученных результатов, осуществлен выбор стекла оптимального состава, которое характеризуется устойчивым глушением при выработке и обладает следующими свойствами: микротвердость – 6640 МПа; ТКЛР – $58,0 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$; водостойкость – II гидролитический класс.

УДК 624.014
МНОГОГРАННОЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ПОКРЫТИЕ

В. Р. ИЛЬИН
Научный руководитель С. А. РАЩЕПКИНА, канд. техн. наук, доц.
БАЛАКОВСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»
Балаково, Россия

Разработано новое конструктивное решение эффективной пространственной мансардной конструкции имеющей высокую архитектурную выразительность, гармонирующей с нижележащей частью многоэтажного здания. Конструкция многогранного купола с уклоном 45° состоит из металлических профилей, материалом из которых является холодногнутая сталь. В плане пространственная конструкция имеет крестообразную форму. Для уменьшения теплопотерь кровля из энергосберегающих стеклопакетов, заполненных инертным газом – аргоном (рис. 1).

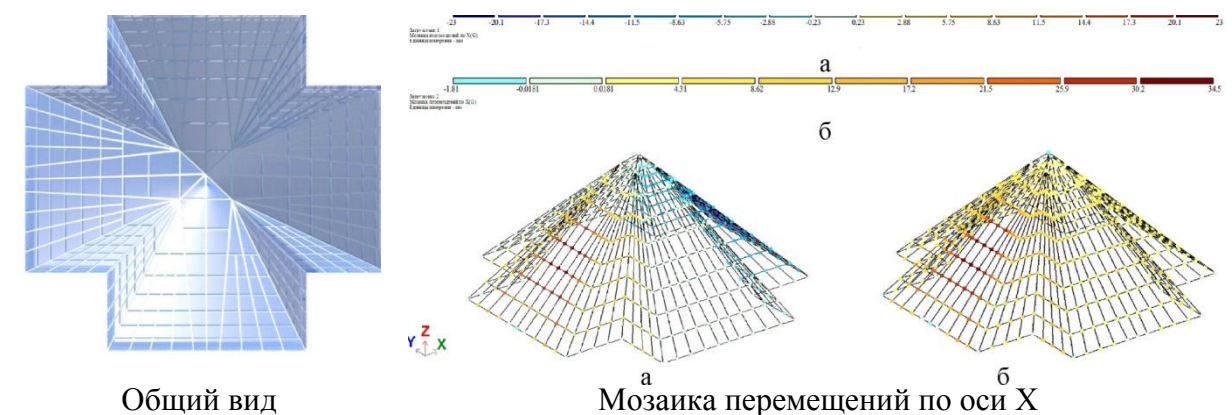


Рис. 1. Многогранный купол

Исследования формообразования конструкций пирамидальной формы позволили получить следующее: на основе проведенного анализа существующих решений пространственных пирамидальных облегченных металлических сооружений были выявлены новые возможности и уникальные особенности пространственных металлических конструкций. Разработанное эффективное конструктивное решение имеет высокую архитектурную выразительность. Расчет с помощью ПК ЛИРА выявил высокую его несущую способность. Численный эксперимент показал эффективность применения металлических профилей из прямоугольных труб.

Предложенное конструктивное решение может быть применено в качестве мансард высотных сооружений, а также в качестве отдельных самонесущих зданий многогранной формы различного назначения. Необычная пирамидальная форма сооружения привлекает взгляды людей, впечатляет красотой и оригинальностью.

УДК 694
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО РАСТВОРА ПРИ
ЧАСТИЧНОЙ ЗАМЕНЕ ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ
НА ФОРМОВОЧНУЮ СМЕСЬ

В. В. ЗАЯЦ, М. П. КАХАНЧИК
Научный руководитель О. В. КОЗУНОВА
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА»
Гомель, Беларусь

В работе предлагается для обсуждения результаты эксперимента по определению прочности строительного раствора при частичной замене исходных материалов на формовочную смесь.

В результате серии экспериментов, была получена кубиковая прочность строительного раствора (в возрасте 28 суток) с частичной заменой мелкого заполнителя со следующими составами: начальный состав без добавления формовочной смеси = 10 МПа, с добавлением 20 % формовочной смеси от массы мелкого заполнителя = 11,5 МПа; с добавлением 30 % формовочной смеси = 15,7 МПа; с добавлением 50 % формовочной смеси = 17,6 МПа.

В 2015 г. были получены результаты экспериментов с частичной заменой вяжущего вещества: начальный состав, без добавления формовочной смеси = 10 МПа; с добавлением 30 % формовочной смеси от массы вяжущего вещества = 5,17 МПа; с добавлением 50 % формовочной смеси = 1,98 МПа.

В результате проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы:

1) введение в строительный раствор формовочной смеси как часть мелкого заполнителя ведет к нарастанию прочности. Причем наибольший рост прочности наблюдается при введении формовочной смеси в количестве 20–30 % от массы мелкого заполнителя;

2) введение в строительный раствор формовочной смеси, как части вяжущего вещества, ведет к уменьшению прочностных характеристик раствора, что связано с содержанием в данной формовочной смеси большого количества глинистых частиц.

При использовании формовочной смеси, в составе которой присутствуют металлические включения, прочность будет увеличиваться.

По полученным данным можно точно сказать, что формовочная смесь может применяться в строительстве и строительном производстве, для улучшения свойств материалов и достижение большего экономического эффекта. Однако для этого требуется провести ряд дополнительных исследований.

УДК 544.6
ФОРМИРОВАНИЕ ТОНКОСЛОЙНЫХ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ
СПЛАВОМ ЦИНК-НИКЕЛЬ НА СТАЛИ

И. А. ШИБАКОВ
Научный руководитель Е. В. ЧЕНЦОВА, канд. хим. наук, доц.
ЭНГЕЛЬССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ф-л)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Ю. А. Гагарина»
Энгельс, Россия

В работе проведено исследование влияния режима нестационарного электролиза на формирование тонкослойных покрытий сплавом цинк-никель в сульфатно-глицинатном растворе. Нанесение гальванических сплавов толщиной ~2 мкм на стальной электрод выполнено с помощью потенциостата Р-30. Монослойные образцы получали наложением на электрод постоянного тока величиной 5 и 20 мА/см². В двуслойных образцах первый слой осаждали при постоянном токе, второй слой наносили в реверсивном режиме, чередуя импульсы катодного и анодного тока. В нестационарном режиме электролиза соотношение катодного электричества к анодному (Q_k/Q_a) варьировали от 6 до 125, длительность анодных импульсов тока составляла 0,01–0,1 с.

Влияние режима электролиза на величину катодной поляризации в работе не отмечено. Величина потенциала рабочего электрода при анодной поляризации возрастает как при повышении катодного тока, так и при снижении соотношения Q_k/Q_a . Влияние длительности катодных импульсов на анодную поляризацию электрода обусловлено повышением интенсивности выделения водорода и перемешиванием им приэлектродного слоя раствора.

Микроструктурные исследования при увеличении в 200 крат показали, что наиболее равномерные мелкозернистые покрытия сплавом цинк-никель формируются в ступенчатом режиме осаждения, при котором сочетаются стационарный и реверсивный режим электролиза. В нестационарном режиме электролиза повышение длительности катодных импульсов тока благоприятно влияет на микроструктуру гальванического осадка за счет сокращения количества бестоковых периодов при переключении режима прибора.

Таким образом, наложение периодических анодных импульсов тока обеспечивает подрастворение микровыступов гальванического покрытия. В исследованных условиях более длительные импульсы катодного тока благоприятно влияют на массоперенос реагентов в приэлектродной зоне раствора, вследствие чего улучшается микрораспределение гальванического покрытия сплавом цинк-никель на стальном электроде.

УДК 666.243

СИНТЕЗ КЕРАМИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ СО СТРУКТУРОЙ ДИОПСИДА

Е. М. ШИМАНОВИЧ

Научные руководители И. В. ПИЩ, д-р техн. наук, проф.;

Н. А. ГВОЗДЕВА, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

В последнее время актуальна тенденция изготовления строительной керамики, имитирующей по своей структуре природный гранит. Такие материалы, обладая хорошими декоративными характеристиками, отличаются высокими физико-механическими параметрами. Для получения керамического гранита используется окрашивание керамической плиточной массы жаростойкими пигментами. Керамические пигменты, используемые для этих целей, импортируются из-за границы и имеют высокую стоимость. Поэтому в настоящее время актуальной задачей является получение высокотемпературных пигментов широкой цветовой гаммы для объемного окрашивания на основе недефицитных материалов.

В настоящей работе для синтеза керамических пигментов основными сырьевыми компонентами явились природный доломит месторождения «Руба», обогащенный кварцевый песок Гомельского ГОКа. В качестве хромофора использовался оксид Cr_2O_3 . В состав пигментов в качестве минерализатора вводилась ортоборная кислота в количестве 2,5 мас. % сверх 100 %. Синтез пигментов осуществлялся в интервале температур 1000–1100–1200 °С с выдержкой при максимальной температуре 1 час.

В результате проведенных исследований разработаны температурно-временные параметры синтеза и установлены количественные соотношения исходных компонентов шихты, обеспечивающих формирование таких кристаллических фаз как диопсид $\text{Ca,MgSi}_2\text{O}_6$, энстатит MgSiO_3 , волластонит CaSiO_3 , форстерит Mg_2SiO_4 , шпинель MgCr_2O_4 . В зависимости от количества используемого хромофора и температуры синтеза получены пигменты широкой цветовой гаммы: зеленого, салатного, темно-зеленого цвета.

Установлены оптимальные составы пигментов зеленого цвета с чистотой тона 30–35 %, доминирующей длиной волны 570–575 нм, кислотостойкостью к раствору 96 %-ной H_2SO_4 95,4–96,5 %.

Синтезированные пигменты прошли успешную апробацию на ОАО «Керамин» и могут быть рекомендованы для объемного окрашивания керамических гранитов.

УДК 711.1:711.4:711.5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ

А. В. ЗАВАЛЬНЫЙ, А. Н. ПАНКЕЕВА

ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГОРОДСКОГО

ХОЗЯЙСТВА им. А. Н. Бекетова

Харьков, Украина

На сегодняшний день, определение границ городских агломераций является актуальным вопросом, которое имеет принципиальное значение для обоснования перспективных направлений развития территорий, входящих в состав городских агломераций.

Отечественные и зарубежные ученые по-разному подходят к определению границ, то есть делимитации агломераций. Так, большинство методик основываются на определении: транспортной доступности от центра (ядра) с периферии агломерации для определения спутниковой зоны; потоках трудовой миграции между центральным городом и пригородными территориями; количественных характеристик – численность населения, количество поселений, площадь территории и т. д. [1, 2].

Существующие методы можно сравнивать между собой, но они не дают исследователям достаточно полной информации относительно внутреннего состояния и пространственно-территориальных характеристик агломерации. Ни одна из методик не дает возможность комплексно провести делимитацию территории в рамках агломерации.

Агломерация значительно выходит за пределы «города-ядра» и простирается от «города-ядра» в «звездообразной» форме лучей, охватывая территорию, которая не всегда совпадает с существующим административно-территориальным делением. Так, границы городской агломерации могут захватывать только часть административных единиц.

В результате, возникает необходимость выработать новую методику делимитации городской агломерации, учитывая административно-территориальное деление региона, которая позволит более полно оценить взаимодействие всех административных единиц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лаппо, Г. М. Агломерации России в XXI веке / Г. М. Лаппо, П. М. Полян, Т. И. Селиванова // Вестник Фонда регионального развития Иркутской области. – 2007. – № 1. – С. 45–52.
2. Перцик, Е. Н. География городов (Геоурбанистика) / Е. Н. Перцик. – М. : Высш. шк., 1991. – 282 с.

УДК 625.8
ГРУНТОБЕТОН ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Т. В. ДМИТРИЕВА, А. В. БЕЛЯЕВ
Научный руководитель В. В. НЕЛЮБОВА, канд. техн. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. Шухова»
Белгород, Россия

Укрепление основания дорожных одежд с помощью вводимых в грунт добавок в данный момент является актуальным направлением в дорожном строительстве. Предлагаемая технология по своим характеристикам не только соизмерима с традиционной технологией устройства основания дорожной одежды (щебень и песок), но и имеет ряд преимуществ. В качестве основных плюсов укрепления грунтов для создания конструктивного слоя дорожной одежды можно выделить увеличение срока службы земляного полотна и уменьшение стоимости дорожно-строительных работ.

Материал, получаемый смешением грунта, вяжущего компонента, добавок и воды принято называть грунтобетон. В настоящее время известно много способов производства грунтобетона, в которых варьируется как технология производства работ, так и его состав.

Детальный анализ известных технологий показал, что наиболее эффективной технологией получения является введение цемента в качестве вяжущего компонента при параллельном добавлении стабилизатора в грунтобетонную смесь.

Грунты земляного полотна, используемые в качестве основного компонента грунтобетонной смеси, в основном представлены глинистыми и песчаными индивидами. В соответствии с нормативными документами их использование регламентируется такими показателями как число пластичности и гранулометрический состав.

Установлено, что знание минерального состава является также обязательным. Необходимо проводить изучение составляющих грунт глинистых минералов для изучения прочих важных параметров, таких как набухаемость, усадка, пластичность, липкость, удельный вес и тиксотропность глин. Без четкого понимания минерального состава трудно понять и объяснить названные свойства.

Таким образом, необходимо отметить важность такого направления развития дорожного материаловедения как создание прочных и устойчивых к разрушениям грунтобетонов как конструктивного слоя дорожных одежд.

УДК 666.295
ГЛУШЕННЫЕ ГЛАЗУРИ ДЛЯ ДЕКОРИРОВАНИЯ БЫТОВОЙ
КЕРАМИКИ

А. Н. ШИМАНСКАЯ
Научный руководитель И. А. ЛЕВИЦКИЙ, д-р техн. наук, проф.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Целью научно-исследовательской работы является установление закономерностей миграции вредных веществ из глазурных покрытий в модельные среды и определение влияния концентрации и природы основных элементов на величину миграции с целью разработки составов для получения безопасных глазурных покрытий с высоким комплексом декоративно-эстетических характеристик.

С целью получения глушеных глазурных покрытий для декорирования майоликовых изделий выбрана система, включающая следующие оксиды, мас. %: SiO_2 55–59; B_2O_3 12–16; ZnO 4–8 при постоянном содержании Al_2O_3 , ZrO_2 , CaO , K_2O и Na_2O , составляющем 25 мас. %.

Варка фритт проводилась при максимальной температуре 1450 ± 10 °С. Получение глазурных суспензий осуществлялось путем совместного мокрого помола синтезированных фритт, огнеупорной глины Веско-Гранитик и калиевой селитры в соотношении 1 : 0,13 : 0,008 соответственно. Полученные суспензии наносились на внутреннюю часть полуфабриката майоликовых изделий, прошедших утильный обжиг, и подвергались полному обжигу при температурах 1020, 1050 и 1080 °С.

Визуальная оценка качества глазурей показала, что в рассматриваемой системе формируются качественные белые блестящие покрытия, характеризующиеся равномерной растекаемостью и хорошей укрывистостью.

Определено, что в интервале температур 1020–1080 °С протекает активный процесс кристаллизации, с ростом температуры наблюдается закономерное увеличение количества кристаллических образований с одновременным уменьшением содержания стекловидной фазы. Структура глазурей достигает максимальной однородности и равномерности распределения кристаллических образований при 1080 ± 5 °С, что обеспечивает высокие показатели декоративных и эстетических характеристик покрытий.

В системе $\text{K}_2\text{O}-\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{ZnO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{ZrO}_2$ разработаны составы глушеных глазурных покрытий, обладающие требуемым комплексом физико-химических свойств и декоративно-эстетических характеристик, а также миграцией ионов В, Al и Zn, позволяющей использовать их для декорирования майоликовых изделий, контактирующих с пищевыми продуктами.

А. Н. ШИМАНСКАЯ, Н. Н. ГУНДИЛОВИЧ

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Современные технологии нефтехимии и нефтепереработки, нейтрализации выхлопов автотранспорта и многие другие предусматривают использование катализаторов, состоящих из наноразмерных частиц переходных металлов, осажденных на поверхность оксидного носителя. В последнее время некоторые исследователи отмечают, что биметаллические катализаторы типа Me1–Me2/носитель обладают заметно большей активностью по сравнению с катализаторами, содержащими в качестве активного центра один металл. Кроме того, остается актуальной задача разработки недорогих и эффективных методов получения наноматериалов. Анализ научной литературы показал, что одним из наиболее перспективных способов является само распространяющийся высокотемпературный синтез в растворах, или «горение растворов», который основан на протекании экзотермической окислительно-восстановительной реакции взаимодействия в системах, содержащих окислитель (нитрат металла) и восстановитель (растворимые в воде линейные и циклические органические амины, кислоты и аминокислоты). После предварительного нагрева такой жидкой реакционной среды, происходит ее воспламенение, и далее фронт реакции распространяется в самоподдерживающемся режиме с образованием целевого продукта.

В связи с этим, целью исследования является установление закономерности структуро- и фазообразования биметаллических Co–Ni/Al₂O₃ катализаторов, полученных методом экзотермического взаимодействия.

Для приготовления реакционных растворов в качестве окислителей использовались нитраты кобальта и никеля, а восстановителей – мочевины и лимонная кислота. Поскольку соотношение восстановителя к окислителю (ϕ) определяет равновесный состав и микроструктуру продуктов синтеза, от которых зависит каталитическая активность полученного материала, синтез проводился с различным соотношением ϕ – 1,0–2,0.

Исходные компоненты с различным соотношением ϕ растворяли в дистиллированной воде при перемешивании. Приготовленные растворы обезжизнялись в микроволновой печи с образованием прекурсора, который затем помещался в предварительно разогретую до 600 °С муфельную печь, где происходило инициирование экзотермического процесса. Структура полученных биметаллических порошков представлена пористыми агрегатами чешуйчатой формы. Средний размер нанокристаллических агрегатов составляет 5–40 мкм.

И. И. ГРИНЕВА

Научный руководитель Е. В. КЛИМЕНКО, д-р техн. наук, проф.
ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
И АРХИТЕКТУРЫ
Одесса, Украина

Объектом исследования есть кирпичные столбы, имеющие механические повреждения: от незначительных повреждений кладки до откола большей части конструкции в размере трети сечения каменного элемента.

Анализируя ныне действующий нормативный документ, очевидно, что ДБН В.2.6-162:2010 регламентирует рассчитывать такие элементы с учетом нелинейности деформирования. Единая методика расчета внецентренно сжатых поврежденных каменных элементов отсутствует.

Для улучшения методики расчета таких конструкций разработана и испытана в лабораторных условиях модель каменного столба, высотой 840 мм, сечением 510×640 мм, из кирпича глиняного обыкновенного марки F 100 на растворе М 75 (рис.1).

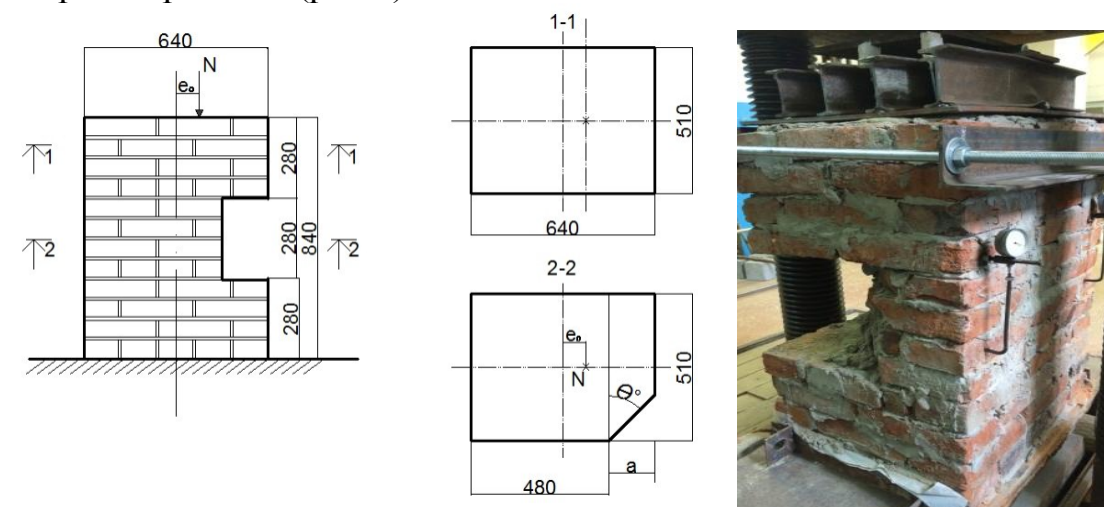


Рис. 1. Смоделированный образец (слева) и экспериментальный (справа) в процессе испытаний

Факторами экспериментального варьирования было принято три фактора: глубина повреждения, угол наклона фронта повреждения по одной из главных осей сечений и эксцентриситет.

Задачей для последующего изучения является анализ полученных результатов и внедрение инновационного метода оценки ресурсов поврежденных каменных конструкций.

осей [2, 3]. Данное решение представляет собой новый теоретический и научно-практический подход к архитектуре жилых зданий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Бузырев, В. В.** Возрождение индустриального домостроения как важный фактор формирования рынка комфортного и доступного жилья в России / В. В. Бузырев // Construction entrepreneurship and real property: сб докл. междунар. науч.-практ. конф. – Варна, 2014.

2. **Пат. 67677 А, Україна, МПК Е 04В 2/00.** Спосіб зведення зовнішніх стін житлових багатоповерхових каркасних будівель / С. М. Гордієнко. – № 20031210903 ; заявл. 02.12.02 ; опубл. 15.06.04, Бюл. № 6.

3. **Пат. 76457 Україна, МПК (2013.01) Е04В2/00.** Житлова багатоповерхова стінова будівля / І. І. Романенко, С. М. Гордієнко, Р. О.Кучко. – № u 201205843; заявл. 14.05.12; опубл. 10.01.13, Бюл. № 1.

УДК 66.0

БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ ПОЛИСАХАРИДА

Н. А. ЩЕРБИНА, Е. В. БЫЧКОВА

Научный руководитель Л. Г. ПАНОВА, д-р хим. наук, проф.
БАЛАКОВСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ф-л)
федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»
ЭНГЕЛЬССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ф-л)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Ю. А. Гагарина»
Балаково, Энгельс, Россия

Создание биоразлагаемых полимерных композиций приобретает все более актуальное значение. Перспективным направлением является разработка композиций с биоразлагаемыми свойствами на основе природных полисахаридов.

Цель данной работы заключается в исследовании структуры и свойств полисахаридов и биополимерных материалов на их основе.

Введением пластификаторов в картофельный и кукурузный крахмал, полисахарид переведен в термопластичное состояние. Стадиями получения термопластичного крахмала являются: диспергирование полимера в воде; пластифицирование при постоянном помешивании; желатинирование в течение 25 мин при температуре 90 °С. Пленки из растворов формовались методом полива на стеклянную поверхность. Свежесформованная пленка созревала в сушильном шкафу, охлаждалась до комнатной температуры и снималась с подложки.

Исследованы пленки, полученные отдельно из кукурузного, картофельного крахмала, а также бикомпонентного состава. Использование смеси крахмалов для получения термопластичных пленок существенно изменяет морфологию поверхности образцов. Отсутствует однонаправленность поверхностных слоев пленки, характерная для морфологии пленок, полученных из отдельных видов крахмала.

УДК 621.791.763

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ
ВЫСОКОПРОЧНЫХ НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ ПРИ
ДУГОВОЙ СВАРКЕ С ДВУХСТРУЙНОЙ ПОДАЧЕЙ КОМПОНЕНТОВ
ЗАЩИТНОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ

В. П. ДОЛЯЧКО, А. О. КОРОТЕЕВ

Научный руководитель В. П. КУЛИКОВ, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Микроструктура высокопрочных низколегированных сталей является ключевым фактором, определяющим механические свойства металла и оказывающим существенное влияние на эксплуатационные характеристики конструкций. Основной задачей при сварке сталей данного класса является получение требуемой структуры металла в зоне сварного соединения.

Для оценки микроструктуры высокопрочной низколегированной стали S690QL были сварены стыковые соединения с использованием двух различных технологий газовой защиты: традиционной защиты однородным потоком смеси $82\%Ar+18\%CO_2$ и защиты с двухструйной подачей газов (с образованием в зоне сварки смеси $82\%Ar+18\%CO_2$).

Микроструктура сварного соединения, полученного сваркой по традиционной технологии проволокой сплошного сечения, имеет мелкодисперсную структуру. Структура металла шва представлена в основном феррито-бейнитной смесью хлопьевидной формы. В структуре основного металла, подвергающегося воздействию термического цикла сварки, также присутствуют выделения бейнита с цементитными включениями.

При сварке с использованием двухструйной подачи защитных газов в зону горения дуги на всех участках сварного соединения наблюдается структура игольчатого феррита. Характер его распределения достаточно равномерный, мелкодисперсный и разориентированный, особенно в наплавленном металле шва, что обеспечивает высокую прочность при сохранении пластичности и вязкости сварного соединения. Такая микроструктура, вероятно, обусловлена оптимальной скоростью охлаждения и достаточно инертной защитной газовой атмосферой в области плавления сварочной проволоки, что исключает появление крупных неметаллических включений по линии сплавления.

Таким образом, благодаря особенностям формирования защитной газовой атмосферы, применение технологии двухструйной подачи защитных газов позволяет сформировать оптимальную микроструктуру сварного соединения.

УДК 69.036

АКТУАЛЬНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ
КАРКАСНО-СТЕНОВЫХ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ
(НА ПРИМЕРЕ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ТИПОВОГО
МЕЖВИДОВОГО КАРКАСА СЕРИИ 1.020-1/87)

С. Н. ГОРДИЕНКО, А. О. ЧАЛАЯ

ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГОРОДСКОГО
ХОЗЯЙСТВА им. А. Н. Бекетова
Харьков, Украина

Ключевым элементом в формировании современного доступного и комфортного жилья является индустриальное домостроение [1]. Однако массовое строительство блочных и крупнопанельных зданий (в период 60–70-х гг.) привело к появлению скучных архитектурных форм на территории всего СССР. К концу XX века эти здания не только морально устарели, но и сформировали устойчивое убеждение о бесперспективности крупнопанельного домостроения, как такового. Общество перестало удовлетворять низкое качество жилья и ничтожный выбор объемно-пространственных решений. Немало претензий предъявлялось и к архитекторам за чрезмерную стандартность, и за излишнюю серость застройки.

Появление новых каркасно-монолитных домов позволило оживить архитектуру жилой застройки и увеличить гибкость архитектурно-планировочных решений. Но, к сожалению, не позволило полностью удовлетворить существующий спрос на качественное жилье. Особенно в части его стоимости и в части увеличения объемов жилищного строительства.

В связи с этим, предлагается рассмотреть возможности формообразования каркасно-стенowych многоэтажных зданий на основе типового межвидового каркаса серии 1,020 в части его совместного использования со стеновыми панелями, предназначенными для жилищного крупнопанельного строительства.

Для этого необходимо согласовать унифицированные габаритные размеры с модульной координационной сеткой каркаса. В частности, применение колонн по внешним буквенным осям модульной координационной сетки в полном каркасе представляется нецелесообразным. А укладка плит перекрытий на ригели может потребовать либо уменьшения шага между крайними и средними колоннами (на величину толщины стенки между полками ригелей), либо уменьшения длины плит на ту же величину.

Введение новых конструктивно-размерных связей между элементами позволяет сократить используемую номенклатуру сборных элементов межвидового каркаса, упростить конструкцию здания и увеличить полезную площадь этажа в пределах тех же самых модульных координационных

УДК 693.55

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
МИКРОКРЕМНЕЗЕМА В ПОРТЛАНДЦЕМЕНТЕ

Д. П. ГАРАЩЕНКО

Научный руководитель И. В. БАРАБАШ, д-р техн. наук, проф.
ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ
Одесса, Украина

Снижение расхода портландцемента в цементносодержащих композициях является крайне актуальной задачей вследствие резкого возрастания стоимости энергетических ресурсов. Одновременно с решением экономических проблем обеспечивается ресурсосбережение за счет частичной замены портландцемента тонкодисперсными попутными продуктами металлургического производства, в частности, микрокремнеземом. Микрокремнезем представляет собой ультрадисперсный материал со средним размером частиц около 0,1 мкм и удельной поверхностью около 200000 см²/г. Существующие традиционные способы смешения микрокремнезема с портландцементом не обеспечивают его однородного распределения в объеме вяжущего. Для повышения однородности предлагается вводить микрокремнезем в цементную суспензию в процессе ее скоростного смешивания. С этой целью была разработана специальная конструкция скоростного трибосмесителя с количеством оборотов ротора 2800 об/мин. Отдозированные компоненты суспензии (вода, суперпластификатор Супер-ПК, портландцемент, микрокремнезем) последовательно вводятся в смеситель, где подвергаются скоростному смешению (механоактивации) в течение 120 с. Наряду с гомогенизацией смеси в смесителе происходит механоактивация портландцемента [1]. Свежеприготовленная суспензия заливается в формы где выдерживалась в н.у. (t=+20 °C; W>95 %) в течение 28 суток. Для контроля готовились образцы аналогичных составов, вяжущее которых скоростному смешению не подвергалось.

Результаты испытаний показали повышение прочности при сжатии образцов цементного камня, вяжущее которых подвергалось механоактивации, в среднем на 35÷40 % (по сравнению с контролем).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барабаш, И. В. Свойства твердеющих и затвердевших механоактивированных цементных композиций / И. В. Барабаш, В. Н. Выровой // Строительство и техногенная безопасность. – 2002. – С. 207–210.

УДК 621.791.763.2

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ ЗАЩИТНОЙ
ГАЗОВОЙ СРЕДЫ ПРИ ДУГОВОЙ СВАРКЕ

А. О. КОРОТЕЕВ, В. П. ДОЛЯЧКО

Научный руководитель В. П. КУЛИКОВ, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Перспективным направлением совершенствования процесса дуговой сварки в среде защитных газовых смесей является реализация коаксиальной двухструйной подачи компонентов защитной газовой среды в зону горения дуги. Защитная атмосфера при этом формируется непосредственно в процессе сварки посредством газодинамического взаимодействия потоков аргона, подаваемого по центральному каналу сопла горелки и углекислого газа, подаваемого в виде наружного кольцевого потока.

Важнейшей особенностью такого способа газовой защиты является неоднородность защитной атмосферы, как по вертикальной, так и по горизонтальной осям, что позволяет распределить концентрации компонентов защитной среды наиболее эффективным образом, обеспечив требуемые технологические характеристики процесса.

Защитную атмосферу при сварке предлагается рассматривать состоящей из четырех характерных зон: зону плавления электродной проволоки, зону столба дуги, зону сварочной ванны и периферийное пространство. В каждой из указанных зон наиболее эффективным является защитная газовая среда с различным соотношением аргона и углекислого газа. Обеспечить такое распределение концентраций компонентов защитной атмосферы при традиционном способе газовой защиты не удастся, т. к. в зону сварки подается газовая смесь одним потоком со стабильным составом. В то же время, разделив поток газа на две концентричных независимых струи и задав им различные скорости можно управлять степенью их газодинамического взаимодействия и составом образуемой защитной газовой атмосферы. При этом распределение компонентов приближается к максимально эффективному с точки зрения протекания процессов плавления электродной проволоки, минимизации потерь на разбрызгивание и возможностей легирования металла сварочной ванны.

Использование предлагаемой технологии позволяет снизить затраты на защитные газы, по сравнению с традиционным вариантом в два раза, при обеспечении постоянства общего расхода газов за счет уменьшения требуемого для создания в зоне сварочной ванны смеси 82%Ar +18%CO₂ количества аргона.

УДК 621.791
ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА
КОНТАКТНОЙ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ

И. В. КУРЛОВИЧ
Научный руководитель С. В. БОЛОТОВ, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Контактная точечная сварка (КТС) в настоящее время имеет широкое применение в машиностроении, авиастроении, производстве медицинской и сельскохозяйственной техники. Помимо вопросов снижения вероятности образования дефектов, большое внимание уделяется энерго- и ресурсоэффективным технологиям, при этом, вопрос повышения КПД от внесенной в зону сварки энергии при КТС остается нерешенным. В соответствии с уравнением теплового баланса, количество теплоты, выделенной в межэлектродном промежутке можно условно выразить как:

$$Q_{\Sigma} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 . \quad (1)$$

При этом доля эффективной теплоты Q_1 , затрачиваемой на нагрев до температуры плавления столбика металла между электродами, колеблется в пределах 20–30 %. А оставшиеся 70–80 % являются потерями теплоты в зоне термического влияния, электродах, на радиационный и конвективный теплообмен (Q_2, Q_3, Q_4, Q_5 соответственно). Данный показатель свидетельствует об относительно низкой энергоэффективности процесса.

Существующая проблема может быть решена с использованием современных высокопроизводительных систем управления и контроля за процессом сварки. При этом, основная задача системы управления – обеспечение оптимальной скорости нагрева металла в зоне сварки при требуемой степени пластических деформаций.

Для обеспечения повышения энергетического КПД процесса КТС одновременно со снижением подверженности сварного соединения к образованию дефектов, вызванных повышением жесткости режимов сварки, предлагаем использовать параметр мгновенной мощности на межэлектродном промежутке, отнесенный к мгновенному диаметру уплотняющего пояса d_{Π} :

$$K = \frac{u_{\Sigma} \cdot i_{CB}}{d_{\Pi}} . \quad (2)$$

При этом параметр d_{Π} позволит косвенно учесть объем расплавленного металла, заключенного в уплотнительном пояске, а мощность позволит судить о величине тепловложения в сварную точку.

УДК 621.9
ПРИМЕНЕНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ ШУХАРТА ПРИ
ПРОИЗВОДСТВЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПАНЕЛЕЙ ПЕРЕКРЫТИЯ

А. Д. ГАВРИЛЕНКО
Научный руководитель О. В. ГОЛУШКОВА, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В процессе производства железобетонных изделий сталкиваются с рядом факторов, влияющих на качество продукции. Применение контрольных карт Шухарта может определить эти факторы, для их последующего устранения и, как следствие, для улучшения качества производимых изделий.

ОАО «Могилевский домостроительный комбинат» изготавливает железобетонные панели перекрытий. Все плиты перекрытия, формовавшиеся на предприятии, подвергались контролю. Когда количество выборок (кассет) достигло 30 штук, строится карта «хода процесса». В результате средняя доля дефектных изделий составляла 26 % от выпускаемого количества продукции. К дефектным изделиям приравнивались панели перекрытия, толщина которых превышала допустимые отклонения, предусмотренные в нормативной документации. Данные дефекты устраняются на производстве для использования изделий в строительстве жилых зданий, однако это приводит к лишним затратам как времени, трудовых ресурсов так и денежных средств.

Проанализировав карту «хода процесса» были определены наиболее вероятные причины возникновения данного дефекта:

- отсутствие возможности качественной очистки форм;
- не достаточное сжатие кассет;
- деформация бортов кассет;
- не своевременная чистка оборудования.

На основании полученных данных, было принято решение подвергать особому контролю и вниманию очистку кассет между каждой формовкой изделий. В результате среднее количество дефектных изделий снизилось до 5 %, однако в редких случаях доля изделий, не попадающих в допуск достигала 25–30 %.

Следующим шагом на пути улучшения качества производства стал ремонт форм (кассет). После внесения данных корректировок в процесс производства железобетонных плит перекрытия доля «дефектных изделий» не превышала 1 %.

УДК 624.012.45/46
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗНАЧАЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ
ЦЕМЕНТА В СВЕЖЕПРИГОТОВЛЕННОМ БЕТОНЕ

Е. В. БЕЛЯЕВА

Научный руководитель А. А. ВАСИЛЬЕВ, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА»
Гомель, Беларусь

Качество и долговечность железобетонных элементов (ЖБЭ) и конструкций (ЖБК) в первую очередь зависит от точного соблюдения технологии их изготовления. Особенно важно при производстве ЖБЭ и ЖБК контролировать содержание цемента в бетоне, так как прочностные и эксплуатационные характеристики бетона напрямую зависят от точного соблюдения рецептуры его изготовления.

На основе результатов исследований начальной карбонизации изменения показателя карбонатной составляющей ($КС_0$), по сечению бетонов различных классов по прочности на сжатие, сразу после их изготовления с применением тепловлажностной обработки [1], была предложена методика определения изначального содержания цемента в бетоне, представленная в виде номограммы на рис. 1.

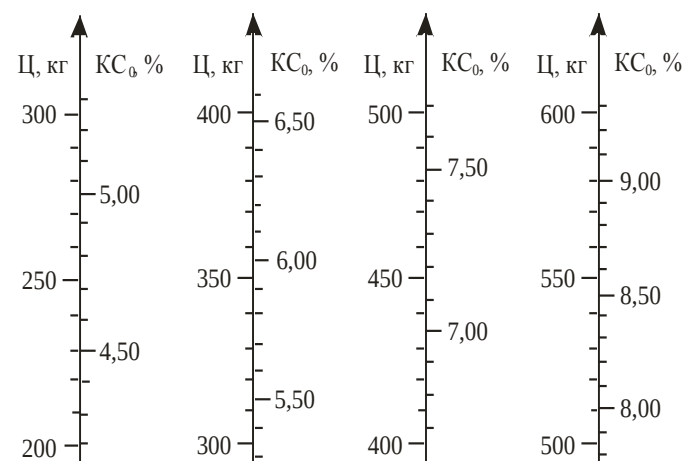


Рис. 1. Зависимость $КС_0$ — Ц (в поверхностном слое): $КС_0$ — начальное значение карбонатной составляющей (сразу после ТВО); Ц — количество цемента, $кг/м^3$

Полученные данные позволяют получить показатель количества использованного цемента в $1 м^3$ бетонной смеси исходя из фактического значения показателя карбонатной составляющей свежеприготовленного бетона. Их можно использовать при проектировании ЖБЭ (ЖБК) для определения состава бетона под конкретные граничные значения показателя карбонатной составляющей и планируемого возраста эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев, А. А. Расчетно-экспериментальная модель карбонизации бетона: монография / А. А. Васильев. — Гомель : БелГУТ, 2016. — 263 с.

УДК 621.791.763.1
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА И СМЕСИ $Ar+CO_2$
В КАЧЕСТВЕ ЗАЩИТНЫХ СРЕД ПРИ СВАРКЕ

А. В. ОСТРОВСКАЯ

Научный руководитель А. Н. СИНИЦА, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Со второй половины 90-х г. прошлого столетия смесь аргона и углекислого газа обширно использовалась в качестве защитной газовой среды при механизированной и автоматической сварке. Данная смесь заменила углекислый газ.

$Ar+CO_2$ превосходит CO_2 в снижении коэффициента потерь электродной проволоки, повышение значений ударной вязкости материала шва, а так же уменьшает время на зачистку от брызг расплавленного металла.

При выборе материала защиты сварочной ванны необходимо оценить затраты на выполнение одного метра шва в однородной газовой среде и в смеси газов.

Не сложно подсчитать основные затраты на электродную проволоку, газы, газовое оборудование, временные затраты. Но, следует учитывать и дополнительные факторы, такие как: требования к внешней поверхности соединения, механическим свойствам шва, и самой производительности сварки. Эти дополнительные требования нельзя купить, но следует учитывать в стоимости метра шва при выборе материала защиты.

Нет общепризнанной методики оценки экономической эффективности смеси $Ar+CO_2$ и диоксида углерода в качестве защиты среды при применении в сварке. Мнения специалистов разнятся в том, что касается сроков окупаемости газового оборудования, вклада цены газов и т.д. Специалисты сварщики сходятся в том, что применение смеси сильно сокращает затраты на зачистку шва, расход проволоки уменьшается пропорционально снижению коэффициента потерь.

За основной критерий оценки экономической эффективности применения углекислого газа и смеси $Ar+CO_2$ следует принять стоимость одного метра сварного шва, где будут влиять основное время t_0 , цена газов, коэффициент потерь ψ сварочной проволоки. В свою очередь t_0 зависит от технологических режимов сварки, а ψ во многом зависит от характеристик оборудования режимов сварки и квалификации рабочего.

А. П. ПЕРВЕНЕЦКИЙ
Научный руководитель В. Л. ЛАНИН, д-р техн. наук, проф.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
Минск, Беларусь

Лазерные технологии являются критически важными для многих областей промышленности. Основные преимущества лазерной технологии: высокая локальность воздействия и гибкое регулирование тепловой энергии, высокая стабильность температурно-временных режимов, отсутствие контакта с изделием, высокая производительность, возможность автоматизации, высокое качество и надежность соединений.

Экспериментальные исследования проводились на установке LOTIS ТП. В качестве источника оптического излучения применен квантовый генератор на алюмоиттриевом гранате с неодимом с длиной волны 1,06 мкм, длительностью импульсов 0,1 с и частотой следования 1–50 Гц. Накачка активного элемента осуществлялась ИК-лампой мощностью 2 кВт. Получены температурные зависимости в зоне воздействия (рис. 1) при энергии импульса лазерного излучения 0,75 Дж, напряжении на лампе 800 В и частоте импульсов 10–20 Гц.

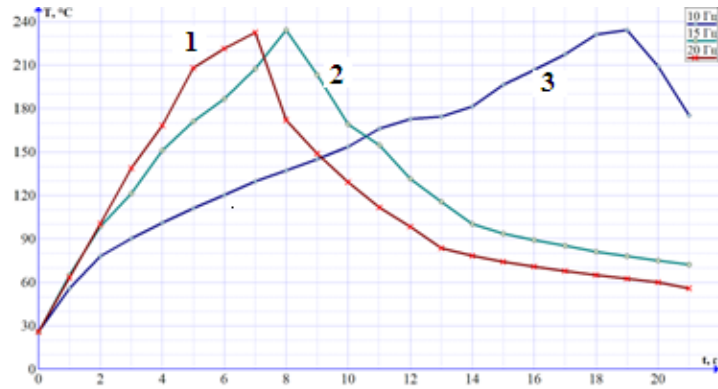


Рис. 1. Зависимости температуры в зоне воздействия от времени нагрева и частоты импульсов: 1 – 20 Гц; 2 – 15 Гц; 3 – 10 Гц

Скорость нагрева до температуры плавления припоя при 20 Гц составила ~41 °С, 15 Гц – ~32 °С, 10 Гц – ~13 °С. Высокая скорость нагрева характерна для микросварки, но требует повышенных мер контроля температуры в зоне пайки, т. к. имеется риск температурного повреждения платы и электронных компонентов.

С. С. БЕЛОКОПЫТОВ, Ю. И. ШАНДРАК
Научный руководитель А. А. ВАСИЛЬЕВ, канд. тех. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА»
Гомель, Беларусь

Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций здания определяет количество энергии, которое это здание будет терять в отопительный период через ограждающие конструкции на протяжении всего срока его эксплуатации. Чем точнее будут определены эти значения, тем более целесообразными будут инженерные решения, заложенные на стадии проектирования.

Длительное время в практике расчетов тепловпотерь использовалась упрощенная методика [1], однако наиболее точным является метод конечных элементов [2].

Для выявления погрешности вычислений по упрощенной методике в отличие от метода конечных элементов был проведен расчет, результаты которого представлены в табл. 1.

Табл. 1. Значения сопротивления теплопередаче

Наименование конструкции	R по ТКП, (м ² ·°C)/Вт	R по рекомендациям, (м ² ·°C)/Вт	Погрешность, %
Однослойная стена из ячеистых блоков	1,58	1,42	11,26
Однослойная стена из поризованных керамических блоков	3,73	3,57	5,24
Стена из поризованных керамических блоков утеплителя и кирпича	3,41	3,24	4,48

Значения, полученные по ТКП на 4–12 % выше, чем полученные по рекомендациям, что критично для расчета тепловпотерь многоквартирных зданий с большой площадью ограждающих конструкций в большей степени, чем для одноквартирных жилых домов, где площадь ограждений гораздо меньше.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **ТКП 45-2.04-43-2006* (02250).** Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования. – М. : Минстройархитектуры, 2015 – 35 с.
2. **Р1.04.115.13.** Рекомендации по расчету приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций и расчету потерь теплоты помещений через ограждения. – М. : Минстройархитектуры, 2013 – 61 с.

УДК 691.7
ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТРЕХСЛОЙНЫХ ПАНЕЛЕЙ
С МИНЕРАЛОВАТНЫМ УТЕПЛИТЕЛЕМ

А. В. БАРАНЧИК

Научный руководитель А. И. ЗГИРОВСКИЙ, канд. техн. наук, доц.
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Минск, Беларусь

В ходе работы было проведено исследование по определению прочности и деформативности трехслойных панелей при воздействии равномерно распределенных нагрузок на поперечный изгиб по однопролетной схеме на образце размерами 3200×1000 мм с обшивками из стальных оцинкованных профилированных листов толщиной 0,5 мм. Испытывались панели с тремя вариантами среднего слоя: из блока продольных минераловатных ламелей, длиной 1,0 и 1,5 м, шириной 60 мм и высотой 120 мм; из блока поперечных минераловатных ламелей, длиной 1,0 м, шириной 60 мм и высотой 120 мм; из плит длиной 1,0 и 3,0 м, шириной 500 мм и высотой 120 мм.

Утеплитель приклеен к обшивкам двухкомпонентным клеем.

В процессе испытаний в панелях с профилированными обшивками, несмотря на появление значительных прогибов, признаков разрушения не наблюдалось. В то же время, в панелях с плоскими обшивками, разрушение происходило при нагрузках 3,0÷5,26 кПа в результате потери устойчивости верхней обшивки в середине пролета или снятие утеплителя у опор. Большой разброс результатов объясняется тем, что панели значительно отличаются друг от друга плотностью утеплителя (94÷142 кг/м³).

В панелях с узкими продольными ламелями, несущая способность увеличивается в 2 раза по сравнению с вариантом плит шириной 500 мм и в 6 раз – с теми же ламелями, расположенными в поперечном направлении.

В панелях с поперечными ламелями прогибы возрастают почти пропорционально нагрузке. В панелях с продольными ламелями и плитами характерно нелинейная зависимость прогибов от нагрузки. В то же время длина продольных ламелей или плит не оказывает существенного влияния на деформативность панелей, а надежность приклеивания утеплителя выявлена только к плоским участкам стальных профилированных листов, исключая гофры.

Испытания панелей со средним слоем из продольно расположенных ламелей или плит минераловатного утеплителя выявили их достаточную несущую способность при применении в стеновых ограждениях зданий и сооружений.

УДК 621.791.763.2
ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ,
ВВОДИМОЙ В МЕЖЭЛЕКТРОДНУЮ ЗОНУ СИСТЕМОЙ ВНЕШНЕГО
УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ РЕЛЬЕФНОЙ СВАРКИ

А. Ю. ПОЛЯКОВ, А. А. СТЕПАНОВ, Д. Н. ЮМАНОВ

Научный руководитель С. М. ФУРМАНОВ, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

При контактной рельефной сварке процесс нагрева металла в межэлектродной зоне значительно зависит от суммарного количества вводимой электрической энергии (далее – энергии).

Процесс ввода энергии в межэлектродную зону является временным и зависит от быстрейшего срабатывания аппаратуры управления сварочной машиной (далее – машиной). Например, при сварке на машине типа МТ–3201 регулятор цикла сварки РКС-801 способен вырабатывать сигналы для внутреннего управления аппаратурой, а также воспринимать сигналы управления с внешних устройств не быстрее, чем за 0,01 с. Таким образом, даже при управлении машиной в реальном времени с помощью автоматических систем микроконтроллерного типа будет присутствовать погрешность ввода энергии, равная $\pm X$ (Дж), где X – количество энергии, вводимое в межэлектродную зону за один полупериод сварки.

При контактной сварке тонколистового металла толщиной до 3...4 мм, например, кузовов в автомобильной промышленности, погрешность ввода энергии в межэлектродную зону увеличивается ввиду несовершенств технологии подготовки металла под сварку (могут присутствовать точечные очаги коррозии, следы масла и воды). При сварке это существенно влияет на характер изменения сопротивления межэлектродной зоны и может приводить к выплескам расплавленного металла из зоны «деталь – деталь» ввиду его перегрева, либо к непроварам.

При этом аппаратура внешнего управления машиной может усугублять процесс ввода энергии в межэлектродную зону. Например, система автоматического управления процессом рельефной сварки на базе аналого-цифрового устройства сбора данных NATIONAL INSTRUMENTS и среды программирования LABVIEW, ранее разработанная авторами, способна изменять уровень тока в многоступенчатом импульсе или выключать его с дополнительной временной задержкой (при добавлении в графический код управления процессом сварки дополнительных чатов визуализации сигналов и таблиц вывода значений параметров).

С помощью регистратора сварочных процессов РКДП 0401 необходимо уточнить ранее опубликованную некорректную информацию о возможности 5...10-кратного снижении энергопотребления машины в случае внешнего управления процессом рельефной сварки этой системой.

УДК 621.791.763

РАЗРАБОТКА АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОГО ПРОФИЛЯ ДЛЯ
СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ ДУГОВОЙ СВАРКИ

В. И. ПОПОВ

Научный руководитель В. П. КУЛИКОВ, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В настоящее время наблюдается огромный интерес к процессам аддитивного производства (технологиям 3D-печати). Ожидается, что применение этих процессов принципиально изменит промышленное производство. Основой этого служат: реализация автоматического проектирования деталей, гибкость и быстрота изготовления, перераспределение производства от больших предприятий к мелким, изготовление деталей непосредственно у потребителя. Технологии 3D-печати позволяют «выращивать» изделия любой сложности с минимальными затратами. При этом практически отсутствуют отходы производства и сокращается количество обслуживающего персонала. Кроме преимуществ по скорости и стоимости изготовления изделий, эти технологии имеют достоинство с точки зрения охраны окружающей среды.

Они, в частности, снижают выделения парниковых газов и «тепловое» загрязнение. Аддитивные технологии имеют огромный потенциал в снижении энергетических и материальных затрат на создание самых разнообразных видов продукции. И наконец, степень использования 3D технологий в промышленном производстве является индикатором реальной индустриальной мощи государства, индикатором его инновационного развития.

С точки зрения получения трехмерных металлических изделий наиболее высокого качества перспективными являются процессы избирательного лазерного плавления (Selective Laser Melting – SLM) и электроннолучевое плавление (Electron-Beam Melting – EBM). Вместе с тем, при всей его эффективности и гибкости, процесс SLM также обладает рядом ограничений.

Перспективно создание аддитивной технологии на основе дуговой сварки с низкотемпературным переносом присадочного металла.

Будет использоваться технология CMT (Cold Metal Transfer) «холодный перенос металла». Это значительно уменьшит стоимость оборудования, увеличит производительность, прочностные характеристики изделий, а так же увеличит номенклатуру применяемых сталей и сплавов.

УДК 69.002.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕРАВНОВЕСНЫХ КОЛЕБАНИЙ ДЛЯ
ВИБРОПОГРУЖЕНИЯ СВАЙ

К. Ю. АСТАНКОВ

Научный руководитель И. Г. ОВЧИННИКОВ, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ
СООБЩЕНИЯ»
Екатеринбург, Россия

Снижение сопротивления по боковой поверхности сваи в процессе вибропогружения установлено множеством научных и практических работ. Актуальной проблемой сегодня является повышения эффективности преодоления лобового сопротивления при погружении свай в связные грунты. Имеются обоснованные предположения, что увеличение скорости движения сваи увеличивает пластическую составляющую деформации грунта, при этом уменьшение скорости движения сваи влияет на обратный ход сваи внутри цикла для сокращения затрат энергии на преодоление вязкой составляющей сопротивления движению. Поэтому интересно исследовать вопрос о возможности движения сваи не по гармоническому закону, а с различными скоростями в разных направлениях: так, чтобы при погружении сваи скорость её движения вниз была бы значительно большей, чем вверх.

Для этого предложена новая конструкция двухчастотного вибропогружателя с возможностью генерации колебаний с различными скоростями движения вибропогружателя вниз и вверх. Она основана на совместном действии двух пар дебалансов с различной частотой вращения, статических моментов и начальных фаз для разных пар дебалансов. Соотношение вынуждающей силы для верхней и нижней пар дебалансов выражается следующим образом:

$$P_1 = 2P_2. \quad (1)$$

Закон изменения возмущающей силы имеет следующий вид:

$$P = P_1 \sin(\omega t) - P_2 \sin(2\omega t), \quad (2)$$

где P_1 и P_2 – амплитуды возмущающих сил, развиваемых соответственно дебалансами нижних и верхних валов; ω – угловая частота вращения нижнего вала.

В результате выполненных полевых испытаний лабораторного образца вибропогружателя в г. Екатеринбурге при погружении полой стальной трубы диаметром 57 мм в твёрдый элювиальный суглинок экспериментально установлено увеличение общей скорости погружения элемента в 1,162 раза по отношению к скорости погружения в стандартном режиме (гармонические колебания).

УДК 625.7/8:338
АЛГОРИТМ ВЫБОРА КОМПЛЕКТА МАШИН ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Е. А. АЛДАШОВ, В. М. ШИМУКЕНУС
Научный руководитель С. Б. ПАРТНОВ, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

На современном этапе развития техники, когда одна и та же производственная задача может быть решена с помощью большого числа различных вариантов конструкции машин, многие расчёты и обоснования вариантов уже не могут быть выполнены традиционными методами и средствами. Требуется применения соответствующих математических моделей и методов решения задачи и анализа вариантов с применением современной вычислительной техники.

Для разработки математической модели принята схема функционирования технологического комплекса машин для строительства покрытий из горячих асфальтобетонных смесей, структурные и функциональные взаимосвязи факторов, определяющих эффективность и качество процесса уплотнения применительно к поточному производству.

На эффективность функционирования комплекса оказывает влияние большое число факторов (климатические, технологические) и режимы условия эксплуатации машин, а так же условия определяемые состоянием и физико-механическими свойствами уплотняемых материалов.

Основным условием оптимального протекания рабочего процесса строительства асфальтобетонных покрытий является ограничение суммарного времени выполнения технологических операций.

В работе представлен алгоритм, который предусматривает последовательное сопоставление эффективности применения возможных вариантов комплектов машин для заданных условий строительства.

Алгоритм предусматривает последовательное сопоставление эффективности применения возможных вариантов комплектов применяемых машин и выбор оптимального варианта для заданных условий дорожного строительства с учётом регионального фактора.

Проведённые расчёты по разработанному алгоритму позволили оценить технико-экономическую эффективность применения комплектов машин для климатических условий Республики Беларусь.

УДК 692.484
ВАЛИДАЦИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ
СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

М. Ж. СОЛОДКОВ
Научный руководитель А. Н. СИНИЦА, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Одним из инструментов решения инженерных задач нестационарной теплопроводности является модуль «Simufact Welding» разработки и оптимизации процессов сварки от MSC Software Company. Этот модуль обеспечивает возможность исследования поведения сварных конструкции, как в процессе сварки, так и после. Это позволяет исключить экспериментальную апробацию подготовки и технологии сборки-сварки заданного изделия.

Для валидации получаемых численных результатов и для идентификации параметров математических моделей, а также тонкой настройки разработанных математических и компьютерных моделей с целью повышения их уровня адекватности реальным объектам и физико-механическим процессам целесообразно провести натурный эксперимент. Последний включает сварку образцов с последующим сопоставлением результатов конечно элементного моделирования с результатами экспериментальных исследований.

Предлагается алгоритм двухстадийной валидации разработанных виртуальных стендов подготовки и оптимизации технологических процессов наплавки и сварки.

Валидация включает в себя две фазы.

1. Валидация применяемого математического алгоритма.
2. Валидация результатов КЭ-решений.

Для всего исследуемого ряда параметров режима процент расхождения результатов моделирования и натурных испытаний по критерию *относительной глубины проплавления h/b* не превышает 20 %, что является допустимым для технических систем. Из этого следует, что применяемая теоретическая и конечно-элементная модели являются валидными с учетом полученной величины погрешности по отношению к экспериментальным данным процесса. Разработанный алгоритм определения геометрических параметров теплового источника для процессов дуговой сварки и наплавки является совершенным и может применяться при подготовке КЭ-моделей.

УДК 621.791.763
ВЛИЯНИЕ СВАРКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СВАРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ ТЕПЛОУСТОЙЧИВЫХ 9%Cr
СОДЕРЖАЩИХ СТАЛЕЙ

С. А. СТАЛЕНКОВ
Научный руководитель В. П. КУЛИКОВ, д-р техн. наук, проф.
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Изготовление сварных конструкций из закаливающихся теплоустойчивых сталей связано с необходимостью выполнения термической обработки сварных соединений с целью снижения остаточных напряжений и отпуска закалочных структур. В процессе нагрева или выдержки в определенных интервалах температур в сварных соединениях возможно образование отпускных трещин. Более склонным к образованию трещин является металл околошовной зоны сварных соединений, участки которой в результате нагрева закаляются и приобретают грубозернистую структуру.

Появление трещин связано с наличием в составе металла карбидообразующих элементов, а также с мартенситом образующимся при быстром охлаждении сварного соединения, при распаде которого во время отпуска происходит неоднородное распределение деформаций.

Склонность к закалке мартенситно-ферритных сталей является одним из металлургических факторов придающих им жаропрочные свойства. Поэтому при их сварке необходимо применять предварительный и сопутствующий подогрев.

К металлургическим факторам, вызывающим снижение прочности и пластичности межфазных границ, можно отнести неоднородное распределение химических элементов.

Известно, что образование δ -феррита в структуре сварных соединений мартенситно-ферритных хромистых сталей приводит к снижению ударной вязкости, высокотемпературной пластичности и склонности к появлению холодных трещин.

С целью обеспечения удовлетворительной свариваемости максимальное содержание углерода в сварных швах теплоустойчивых сталей с содержанием ~9%Cr ограничено уровнем примерно 0,12 %.

Наличие водородного фактора оказывает существенное влияние на сопротивляемость образованию трещин в сварных соединениях 9 %-й хромистой мартенситно-ферритной стали.

Механические и технологические свойства мартенситного металла зависят от степени распада исходного закаленного твердого раствора.

УДК 634.0.31
РУБИЛЬНАЯ МАШИНА НА БАЗЕ ШАССИ ФОРВАРДЕРА
С ВОЗМОЖНОСТЬЮ АВТОНОМНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
РУБИЛЬНОГО МОДУЛЯ

А. Г. ШИНКЕВИЧ
Научный руководитель А. О. GERMANOVICH, канд. техн. наук
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

В настоящее время во многих странах мира наблюдается повышение интереса к возобновляемым источникам энергии. Это связано с непрерывно уменьшающимися запасами ископаемых энергоносителей, ухудшением экологии, связанным с газовыми выбросами, приводящими к парниковому эффекту, а также стремлением многих стран к энергонезависимости и энергобезопасности. Одним из таких источников энергии является древесина. Переработка отходов лесозаготовок при помощи мобильных рубильных машин является одной из наиболее доступных и в то же время эффективных технологий переработки древесины на топливную щепу.

Анализ существующих конструкций и предложений авторов позволило разработать новый вариант мобильной рубильной машины на базе шасси форвардера с возможностью автономного использования рубильного модуля.

Данная машина удовлетворяет природно-производственным условиям Республики Беларусь. Она базируется на шасси с колесной формулой 4К4, имеет раму с шарнирно-сочлененным исполнением и включает два модуля: тяговый и технологический. Тяговый модуль включает в себя двигатель и кабину оператора, а технологический – рубильную установку с автономным двигателем и гидроманипулятор для подачи сырья. Тяговый модуль позволяет машине быть самоходной и самостоятельно перемещаться по лесосеке и на небольшие расстояния по дорогам общего пользования.

Разработанная конструкция машины позволит изменить технологический процесс заготовки древесины и ее измельчения. Данная машина измельчает щепу и самостоятельно собирает сырье для переработки в труднодоступных лесных условиях, что значительно снижает себестоимость переработки и измельчения сырья, а также способствует повышению производительности, эффективности и расширению технических возможностей.

УДК 621.51
ИСПЫТАНИЕ ЦЕНТРОБЕЖНО-МАГНИТНОГО УСТРОЙСТВА
ОСУШКИ СЖАТОГО ВОЗДУХА В СИСТЕМЕ ПНЕВМОПРИВОДА
ТРОЛЛЕЙБУСА

С. Ф. ШАШЕНКО
Научный руководитель А. С. ГАЛЮЖИН, канд. техн. наук
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В конструкции современных мобильных машин широкое распространение получил пневматический привод, в котором рабочим телом является сжатый воздух. От качества сжатого воздуха во многом зависит надежность элементов пневмопривода. Существенное значение имеет осушка, т. е. удаление из сжатого воздуха воды как в жидком, так и парообразном состоянии, поскольку в наиболее удаленных от компрессора элементах пневмопривода из-за охлаждения возможна конденсация парообразной воды. При эксплуатации мобильной машины в условиях отрицательных температур сконденсированная влага замерзнет, что может вызвать отказ пневмопривода.

Наиболее эффективным способом осушки сжатого воздуха является центробежно-магнитный (силовой) способ, разработанный в Белорусско-Российском университете на кафедре «Безопасность жизнедеятельности».

Для оценки безотказности работы пневмопривода были проведены дорожные испытания на троллейбусе с установленным центробежно-магнитным влагоотделителем. В течение четырех месяцев осеннее-зимнего периода вели статистику отказов пяти троллейбусов АКСМ 201 со штатными устройствами осушки сжатого воздуха АКСМ 201-2302 и одного троллейбуса АКСМ 201 с центробежно-магнитным влагоотделителем. Пробег каждого троллейбуса за этот период составил около 30 тыс. км. За период наблюдений было определено среднее число отказов пневмопривода перед выходом троллейбуса на маршрут (приходящееся на один троллейбус) из-за замерзания конденсата, которое для троллейбуса со штатным осушителем АКСМ 201-2302 составило 3–4 отказа за период наблюдения, в то время у троллейбуса с центробежно-магнитным осушителем отказов пневмопривода не было.

Таким образом, по результатам испытаний разработанный центробежно-магнитный влагоотделитель может быть рекомендован к промышленному применению в пневмоприводах транспортных и технологических машин с целью повышения их надежности и безопасности.

УДК 621.791.763.1
ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОЕДИНЕНИЙ,
ВЫПОЛНЕННЫХ КОНТАКТНОЙ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКОЙ

Д. Д. ТОЛКАЧЕВ
Научный руководитель С. Н. ЕМЕЛЬЯНОВ, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Одним из основных путей повышения производительности сварочных работ, снижения трудозатрат и улучшения условий труда является применение контактной точечной сварки. В отличие от дуговых способов, контактная точечная сварка не требует присадочных материалов, при ее применении снижаются расходы электроэнергии и улучшаются условия труда операторов контактных машин.

Однако, для контактной точечной сварки характерна сравнительно низкая циклическая, и в отдельных случаях, ударная прочность точечных соединений. При этом повышение усталостной и ударной прочности данных соединений посредством увеличения числа точек и их диаметра во многих случаях не представляется возможным ввиду ограниченности нахлестки, и кроме того приводит к дополнительным затратам энергии.

Таким образом, повышение несущей способности точечных сварных соединений является актуальной задачей.

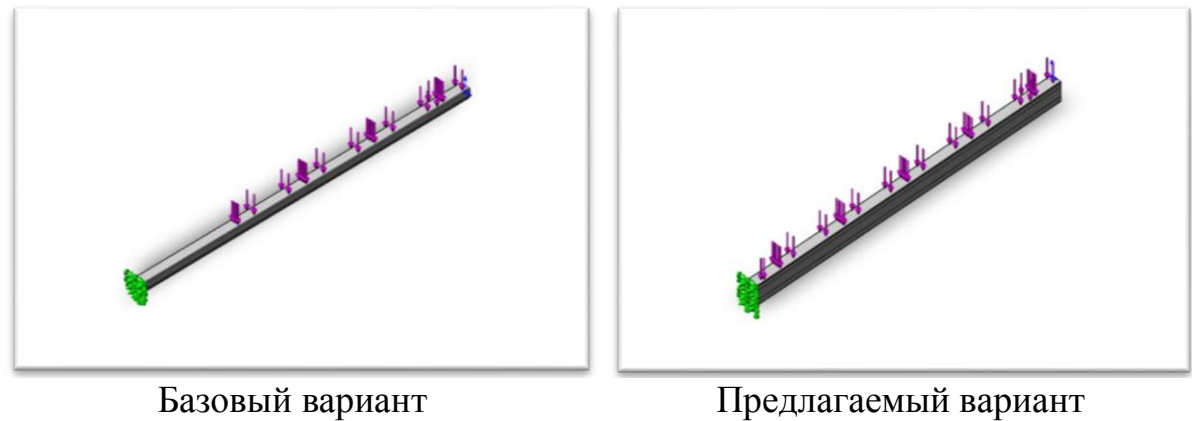
Статистическую и циклическую прочность точечных соединений можно повысить за счёт снижения концентрации рабочих и растягивающих напряжений. Этого достигают путем рационального размещения сварных точек и обоснованного уменьшения их количества, а также увеличения жесткости нахлестки, размещения под нахлесткой клеевой прослойки или припоя. Наиболее эффективными являются методы, снижающие концентрацию напряжений, повышающие усталостную прочность точечных соединений посредством наведения благоприятного поля остаточных напряжений. Распределение остаточных напряжений в точечном соединении зависит в основном от жесткости режима сварки и силового воздействия, передаваемого электродами сварочной машины.

Проведенные исследования показали, что снизив концентрацию напряжений в зоне сварной точки и создав благоприятное поле остаточных напряжений можно повысить усталостную прочность в 1,8 раза, ударную и статическую прочность на 25 %.

УДК 621.9
РАЗРАБОТКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ
МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ СТРЕЛ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ
ДЛЯ КРАНОВ И АВТОГИДРОПОДЪЕМНИКОВ

Т. С. ФАЛЬКОВИЧ
Научный руководитель И. И. ЦЫГАНКОВ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Было проведено компьютерное моделирование работы секций под действием нагрузок двух вариантов сечения при помощи продукта SolidWorks Simulation при одинаковых условиях нагружения.
Материал базового варианта – сталь 10ХСНД, а предлагаемого – сталь S700.



В итоге получается, что масса конструкции уменьшается на 48%, предлагаемый вариант выдерживает более высокие нагрузки на 38 %, а так же уменьшилась трудоёмкость в 3,3 раза, и незначительно повысилась стоимость на конструкцию на 13% (табл. 1).

Табл. 1. Данные базового и предлагаемого варианта

	Базовый вариант	Предлагаемый вариант
Масса, кг	552	372
Максимальная нагрузка, МПа	110	68
Стоимость материала за 1т, р.	1574	2647
Материальные затраты на 1 изделие, р.	869	985
Время сварки 1 изделия, н/ ч.	9,15	2,8

Исходя из изложенного, можно сказать, что предлагаемый вариант более предпочтителен.

УДК 629.3
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО
ТРАНСФОРМАТОРА

И. Ю. ХАДКЕВИЧ
Научный руководитель С. А. РЫНКЕВИЧ, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Могилев, Минск, Беларусь

Для диагностирования гидродинамического трансформатора (ГДТ) необходимо знать техническое состояние муфт свободного хода (МСХ), которые позволяют обеспечивать режим трансформации момента и режим гидромуфты. В процессе эксплуатации МСХ может выходить из строя, что приводит к исключению возможностей стопорения реакторных колес, либо к заклиниванию роликов МСХ и полной блокировке колес реактора, и, как следствие, ГДТ не выходит на режим гидродинамической муфты (ГДМ) на высоких значениях передаточного отношения. В этом случае поток жидкости разбивается о них не доходя до лопаток турбинного колеса, и КПД стремительно падает. В отсутствие возможности стопорения реакторного колеса на режимах трансформации момента ГДТ переходит в ГДМ, не трансформируя момент. Хотя ГМП продолжает выполнять свои функции, показатели эффективности выполнения транспортной работы резко снижаются (уменьшается производительность, возрастает расход топлива).

Поэтому для определения технического состояния МСХ необходимо исследование динамических свойств ГДТ на переходных и неустановившихся режимах, т.е. создание и исследование математической модели ГДТ.

Гидромеханическая трансмиссия рассматривается как объект макроуровня, т.е. динамическая система с сосредоточенными параметрами. Математическая модель гидромеханической трансмиссии представляет собой системы обыкновенных дифференциальных уравнений.

При построении математической модели выполняются следующие этапы:

- разработка динамической модели мобильной машины;
- определение параметров элементов динамической модели;
- составление системы уравнений математической модели.

В результате моделирования ГДТ получаем безразмерную характеристику ГДТ при исправном и неисправном состояниях МСХ. Следующим этапом является создание математической модели машины в целом с учетом ГДТ. После этого можно оценивать влияние выходных характеристик ГДТ на тягово-динамические свойства машины.

УДК 634.0.31
ОСОБЕННОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ ЛЕСНЫХ АГРЕГАТНЫХ МАШИН
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОТРАСЛИ

В. И. СТРЕХА, В. В. КЛИМКО
Научный руководитель В. А. СИМАНОВИЧ, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

В лесозаготовительной отрасли Республики Беларусь работает примерно 140 агрегатных машин многофункционального назначения. Их применение позволило довести уровень механизации лесозаготовительного процесса в отрасли до 37 %, а на рубках главного пользования этот показатель почти в 1,5 раза выше. Использование агрегатных машин осуществляется преимущественно по полуторасменной загрузке в сутки, что позволяет им заготавливать на предприятии от 160 до 280 м³ в зависимости от объема хлыста. Уровень работ по техническому обслуживанию агрегатных машин на лесозаготовительных предприятиях не соответствует возрастающим требованиям по динамической нагрузке узлов и агрегатов.

Нами предлагается передвижная ремонтная мастерская на базе автомобиля МАЗ 6317Х5-414 для проведения технического обслуживания и текущего ремонта на лесосеке. Это в первую очередь относится к системам питания, смазки, запуска, отдельных блоков электрооборудования лесозаготовительной техники. В качестве диагностического оборудования используются приборы для определения давления: форсунок КП-1609А, манометры, агрегаты для очистки жидкостей гидравлических систем, устройство для очистки карбюраторов, обжимной станок для рукавов высокого давления TUBOMATIC 2/65S EL, пресс гидравлический NORDBERG ECO N3604L, электрогенератор УСТГБС, сварочный аппарат Fubag IRMIG 160, гидравлический манипулятор ИМ-50.

Энергонасыщенные агрегатные машины обслуживаются согласно инструкциям заводов-изготовителей по планово-предупредительной системе. Техническое обслуживание №1 и №2 для таких машин обычно производится на лесосеке бригадой исполнителей вместе с оператором машины.

Внедрение передвижного пункта технического обслуживания является выполнением всего комплекса работ по ТО, а также проведением текущего ремонта, что позволит сократить затраты по доставке агрегатной техники в РММ лесозаготовительного предприятия. На данный момент должно быть 2–3 передвижных ремонтных мастерских на каждое из областных управлений лесного хозяйства.

УДК 621.791.763.1
ПОВЫШЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СТЫКОВЫХ
СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

В. А. ЦЫРКУНОВ,
Научный руководитель А. Н. СИНИЦА, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Из всех способов создания неразъемных соединений сварка плавлением, основу которой составляют дуговые методы, является наиболее распространенной. Сварные швы, выполняемые сваркой плавлением, подразделяются на два типа – стыковые и угловые, которые связывают детали в стыковых, нахлесточных, угловых и тавровых соединениях.

Благодаря высоким показателям работоспособности стыковые сварные соединения и швы находят широкое применение при производстве сварных конструкций. Основным конструктивным параметром стыковых соединений, определяющим объем наплавляемого металла и прочность конструкции, является выпуклость сварного шва. По этим причинам в нормативной документации ограничивают форму и размеры выпуклости. Идеально, чтобы она вообще отсутствовала.

К настоящему времени предлагаются различные технологические приемы, направленные на создание плавного перехода от шва к соединяемым элементам или удаление выпуклости путем механической зачистки. Предлагается также варить шов не полностью заполняя разделку. С точки зрения материальных затрат и с учетом того, что прочность материала сварного шва на 8...10 % выше, чем прочность основного металла последний подход наиболее приемлем. Однако при этом никто не учитывал влияние асимметрии одностороннего сварного соединения на распределение эксплуатационных напряжений.

Целесообразно исследовать прочностные свойства стыковых соединений с неполным заполнением разделки.

На основе конечно-элементных моделей стыковых сварных соединений выполнены расчеты полей напряжений и проведен их анализ.

Установлено, что асимметрия односторонних стыковых соединений, имеющих незаполненную часть, является причиной возникновения значительных дополнительных напряжений, снижающих несущую способность. Сравнительный анализ напряженного состояния одностороннего и двухстороннего соединения показал значительное влияние изгиба на распределение эксплуатационных напряжений в стыковом одностороннем сварном соединении.

Д. Н. ЮМАНОВ

Научный руководитель С. М. ФУРМАНОВ, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Компьютерное моделирование, наряду с математическим, в настоящее время набирает актуальность и популярность при проведении разноплановых исследований в различных сферах науки. Крупные промышленные предприятия на территории Республики Беларусь используют различные программные продукты для проектирования и анализа работоспособности, функциональных возможностей конструкций и объектов.

Программные продукты для моделирования также развиваются и пополняют функциональную базу с ежегодным выпуском новых обновлений. Существует возможность модернизации методик моделирования и расчётов. Среди существующих программных продуктов, подходящих для моделирования рельефной сварки, можно выделить следующие: MSC Software Marc 2017, Simufact.Welding 6, ANSYS и COMSOL Multiphysics.

Система MSC Marc позволяет проводить комплексный анализ поведения конструкций под влиянием различных нагрузок. В процессе нагружения конструкция может испытывать большие перемещения и деформации, материалы могут проявлять свои нелинейные свойства. В расчёте учитывается история нагружений и сложное контактное взаимодействие.

Simufact.Welding позволяет моделировать различные способы сварки, исследовать поведение сварных конструкций и процессов при сварке. В последней версии продукта добавлены и реализованы модули для расчёта, моделирования и анализа процессов контактной сварки.

Для моделирования процесса КРС использование механического анализа ANSYS ограничено, в этом случае больше подходит технология LS-DYNA. Она представляет собой мощный инструмент для решения разного рода задач. Технология позволяет выбрать самый широкий набор контактов, а также может автоматически создавать контактные поверхности в процессе расчёта. LS-DYNA позволяет решать задачи, которые требуют параллельного вычисления в процессе совмещенного расчёта.

С помощью пакета COMSOL Multiphysics и его многочисленных решателей-модулей можно моделировать практически все физические процессы, которые описываются дифференциальными уравнениями в частных производных, генерировать адаптивную сетку, производить линейные, нелинейные расчёты и комплексный анализ физической модели.

П. И. СМЕРНОВ

Научный руководитель О. Н. ПИКАЛЕВ, канд. техн. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ВОЛОГОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Вологда, Россия

Условия работы автомобильного транспорта в современном средне-статистическом городе в Российской Федерации достаточно резко отличаются от прогнозируемых заводом-изготовителем. Эксплуатация в условиях среднего или крупного города приводит к тому, что средняя скорость автомобиля в условиях городского движения значительно снижается, увеличивается время работы в режиме холостого хода, что вместе с достаточно холодным климатом на основной территории страны приводит к практическому усложнению условий эксплуатации.

Для определения режимов и факторов движения АТС в городских условиях применяется программное обеспечение для спутникового отслеживания и автоматизированного сбора данных с автомобилей Omnicom с ее программным модулем оценки, а также собственные наработки авторов.

Анализ данных исследований позволяет сделать следующие выводы:

- городская эксплуатация автомобиля характеризуется тяжелыми условиями работы ДВС;
- определение нормативных данных по расходу топлива в городских условиях движения следует начинать с анализа условий работы ДВС;
- в условиях относительно низкой температуры воздуха и коротких городских поездках явно проявляется эффект не прогрева ДВС до рабочей температуры, что влечет увеличение расхода топлива и снижение ресурса ДВС;
- порядка 30–40 % моторного времени в городском цикле приходится на работу на холостом ходу;
- условия работы ДВС в городских условиях далеки от расчетных, что заметно отображается на реальном расходе топлива, а также, должно повлечь за собой снижение ресурса моторного масла и двигателя в целом из-за неоптимальных режимов работы.

Подобная методика определения характеристик режимов движения легко повторяема для АТС любого предприятия и может быть рекомендована в качестве оценочной при планировании норм расхода топлива, а также при аналитическом расчете норм пробега до ТО.

УДК 622.684+656.07+658.286

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОБЛЕМ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А. С. СЕМЫКИНА

Научный руководитель Н. А. ЗАГОРОДНИЙ, канд. техн. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. Шухова»
Белгород, Россия

В горно-обогатительной отрасли проблемы, связанные с перевозкой сырья являются актуальными, т. к. в процессе транспортирования возможны экономические потери, приводящие к простою транспорта, цехов и участков, образованию и увеличению запасов на временных складах.

Для осуществления процесса перевозки железорудного сырья с минимальными затратами необходимо создание общей системы транспортирования.

Выявлены основные проблемы транспортного комплекса горно-обогатительных комбинатов:

- нарушение взаимодействия операций, выполняемых при перевозке сырья от карьера до предприятия;
- нарушение безостановочной работы в процессе перевозки;
- отсутствие полного контроля над процессом транспортирования;
- неэффективное распределение транспорта по участкам работы;
- неэффективное распределение объемов перевозимых грузов;
- выбор нерационального маршрута транспортирования;
- отсутствие временного интервала, регулирующего движение;
- несвоевременное проведение ТО и Р транспорта;
- отсутствие рабочих площадок для осуществления текущего ремонта на местах близ добычи сырья;
- отсутствие налаженной взаимосвязи между участниками и объектами в процессе транспортирования посредством коммуникаций.

Установлено, что решение проблем, возникающих при перевозке добываемого сырья от месторождения до предприятия, позволит осуществлять процесс транспортирования с наименьшими потерями, уменьшить объемы железорудного сырья, хранящегося на временных складах, снизить материальные затраты на перевозку и обеспечить бесперебойную работу транспортирования полезных ископаемых.

УДК 621.791

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛОЁМКОСТИ СТЫКОВЫХ И ТАВРОВЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Т. С. ЯКУБОВИЧ

Научный руководитель С. Н. ЕМЕЛЬЯНОВ, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

На всех этапах изготовления сварного изделия (заготовка, сборка и сварка) имеются неиспользованные резервы, которые позволяют добиться снижения массы наплавленного металла, уменьшения веса конструкции и расхода сварочных материалов. Рассмотрены основные направления совершенствования технологии различных видов дуговой сварки с целью снижения материалоемкости сварных соединений.

При ручной дуговой сварки стыковых швов без разделки кромок наблюдается снижение массы наплавленного металла по сравнению с V-образной разделкой кромок на 32 %. Минимальная глубина проплавления наблюдается при сварке углом вперед, а максимальная – при сварке углом назад.

Для механизированной и автоматической сварки в среде защитных газов – выполнение соединений толщиной до 8 мм встык без разделки кромок позволяет снизить массу наплавленного металла по сравнению с V-образной разделкой до 46 %, и большую часть тавровых соединений рекомендуется выполнять без подготовки кромок. Для достижения минимальной металлоёмкости более рациональным является вогнутый шов, начало и конец которого выполняют двухсторонним на длине около 150 мм.

Для автоматической сварки под флюсом наименьшая масса наплавленного металла получается при выполнении швов без разделки кромок с зазором в стыковых соединениях толщиной не более 3 мм, а при сварке металла толщиной до 12 мм целесообразно отказаться от V-образной подготовки кромок, что дает возможность снизить массу наплавленного металла на 50%. Угловые швы могут выполняться наклонным электродом «в угол» или вертикальным электродом «в лодочку». Такое положение свариваемого изделия обеспечивает максимальную глубину проплавления и наиболее рациональной является неравнокатетная «в несимметричную лодочку» форма шва.

УДК 629.4.047.8

ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛА ТЯГОВОГО
ПОДВИЖНОГО СОСТАВА МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ

О. И. БОНДАРЕНКО

Научный руководитель Д. Я. АНТИПИН, канд. техн. наук, доц.

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Брянск, Россия

При разработке инновационных конструкций железнодорожного подвижного состава необходимым требованием является оценка безопасности пассажиров и персонала в аварийных ситуациях, связанных со столкновениями с препятствиями и опрокидываниями. При столкновении железнодорожного состава с препятствиями наибольшим динамическим воздействиям подвергаются члены локомотивных бригад, находящиеся в непосредственной близости от зоны соударения, вследствие чего вероятность их травмирования наиболее высока. В связи с этим, в работе выполнено исследование безопасности членов локомотивной бригады при аварийном соударении подвижного состава с препятствием.

В качестве рассматриваемых сценариев приняты столкновения электропоезда ЭД4М с препятствием в виде автомобиля на переезде со скоростями 10–35 м/с.

Моделирование аварийной ситуации проводится с использованием программного комплекса «Универсальный механизм», с помощью которого разработаны твердотельные компьютерные модели электропоезда и грузового автомобиля.

Для описания механики взаимодействия членов локомотивной бригады с элементами внутреннего оборудования детально описан интерьер кабины машиниста и сформированы компьютерные модели антропометрических манекенов. По результатам моделирования рассчитываются значения критериев повреждаемости частей тела человека, такие как критерий черепно-мозговых травм, повреждения шеи и грудной клетки.

Полученные результаты указывают на то, что при скоростях соударения свыше 15 м/с наблюдается превышение нормированного значения критерия черепно-мозговых травм. При скоростях выше 30 м/с прослеживается превышение критерия травмирования шеи и грудной клетки, что свидетельствует о возможности причинения членам локомотивной бригады тяжелых травм. Полученные результаты исследования свидетельствуют о необходимости совершенствования интерьера кабины машиниста при проектировании современных конструкций мотор-вагонного подвижного состава.

УДК 658.512

ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ ТРАНСМИССИЙ
ГИДРОФИЦИРОВАННЫХ МОБИЛЬНЫХ МАШИН

И. Н. СЕМЕНОВ

Научный руководитель С. А. РЫНКЕВИЧ, д-р техн. наук, доц.
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Минск, Беларусь

Современные тенденции в области диагностирования трансмиссий мобильных машин характеризуются применением бортовых компьютеров, созданием встроенных в трансмиссии микропроцессорных комплексов, обеспечивающими широкий спектр функций по контролю и защите, мониторингу, информационному обеспечению, безопасности и надежности машины в целом. Внедрение на гидрофицированных автоматических трансмиссиях микроэлектроники, тем не менее, оставляет нерешенными проблемы, связанные с синтезом соответствующих систем диагностики и разработкой для них высокоэффективных алгоритмов функционирования.

Несмотря на разнообразие и возможности традиционно используемых методов диагностики трансмиссий, гидравлических приводов и других механизмов мобильных машин, они имеют ряд недостатков:

- сложность при оценке технического состояния (ТС) по измеренным параметрам;
- значительная трудоемкость проводимых в процессе диагностики работ;
- несовершенство методов и средств диагностирования;
- ограниченные функциональные возможности классических методов и средств диагностики;
- недостаточная точность при постановке технического диагноза, а зачастую и низкая достоверность процесса диагностирования.

Сложность в оценке ТС связана с необходимостью обработки большого количества диагностических параметров, а также выявлением их предельно допустимых значений. Значительная трудоемкость работ по диагностике предполагает немалые затраты времени на обработку информации, даже при наличии ЭВМ, и трудности с организацией постановки технического диагноза в режиме реального времени. К низкой достоверности диагностирования приводит ряд факторов: погрешности измерений (неточности и несовершенство средств и методов измерения, влияние на процесс обработки информации различных факторов); необоснованный выбор диагностических параметров и их сочетаний; возникновение новых, неучтенных ранее факторов.

Проводится комплекс теоретических и экспериментальных исследований по изучению физических свойств объекта диагностики – гидрофицированных мобильных машин. Был получен ряд зависимостей между диагностическими параметрами и определены их предельно допустимые значения, что должно быть положено в основу синтеза алгоритмов диагностирования.

УДК 629.113
ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ДВУХКОЛЕСНОГО
МОТОЦИКЛА

М. Л. ПЕТРЕНКО, А. В. ЮШКЕВИЧ, А. С. МЕЛЬНИКОВ,
А. А. МЕЛЬНИКОВ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев. Беларусь

С увеличением интенсивности транспортного потока в мегаполисах, двухколесные транспортные средства находят широкое распространение. По данным на 2016 г. в Китае насчитывалось более 54 млн двухколесных транспортных средств, в Индии – свыше 37 млн, а в Юго-Восточной Азии – 26 млн, где они получили достаточно широкое распространение. Однако по сравнению с автомобильными транспортными средствами они обладают низкой устойчивостью.

Для повышения устойчивости движения современных двухколесных транспортных средств они оснащаются системами активной безопасности (САБ). Алгоритм этих САБ основаны на измерении и анализе кинематических параметров: угловых скоростей вращения колес, остова, поступательной скорости и ускорения остова.

На основе анализа кинематических параметров осуществляется определение условий сцепления колес с опорной поверхностью. В виду сложности этих алгоритмов они не обладают достаточной эффективностью.

Наиболее часто аварии с участием двухколесного транспорта происходят из-за потери сцепления в боковом направлении при криволинейном движении, что приводит к опрокидыванию мотоцикла на бок. Некоторые производители для повышения безопасности устанавливают датчики для отслеживания угла наклона остова мотоцикла и угла поворота переднего колеса. Такие системы могут не в полной мере учитывать фактические значения силовых факторов возникающих в пятне контакта колеса с опорной поверхностью и резкой потери сцепления одним из колес в боковом направлении, что ведет к потере управляемости.

Для повышения безопасности движения двухколесного транспортного средства была разработана система активной безопасности, алгоритм которой функционирует на основе отслеживания изменения силовых факторов. Алгоритм САБ основан на измерении фактически реализуемых тормозных моментов на колесах мотоцикла, отслеживании изменения величины нормальных реакций и величины боковых сил, возникающих в пятне контакта колеса с опорной поверхностью, что позволяет функционировать алгоритму на основе первичной информации и повысить точность принятия решений, на основе полученных данных.

УДК630*92(476.7)
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОСЕЧНЫХ РАБОТ В
ГПУ НП «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА» В СООТВЕТСТВИИ С FSC

Э. Д. ДУДИЧ
Научный руководитель П. А. ПРОТАС, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

В данном проекте было проведено совершенствование технологии лесосечных работ в ГПУ НП «Беловежская пуца», обеспечивающей выполнение принципов лесной сертификации FSC.

Были рассчитаны технико-экономические показатели пяти вариантов систем машин, включая базовый, которые позволили сделать вывод, что данный вариант, с применением бензодвигательных пил, не является эффективным. В качестве проектируемого был принят вариант, включающий харвестер Амкодор-2541 на валке деревьев, обрезке сучьев и раскряжевке хлыстов на сортименты и форвардер Амкодор-2631 на трелевке и штабелевке сортиментов. Проектируемый вариант в большей степени соответствует заданным природно-производственным условиям и позволяет проводить разработку лесосек с минимальным повреждением экосистем в том числе на участках с низкой несущей способностью грунтов. Производительность труда для выбранной системы машин в 1,95 раза больше базового варианта и составляет $P_{ч-д} = 23,6 \text{ м}^3/\text{чел.-день}$. Удельные капиталовложения составили $K_{уд} = 13,83 \text{ руб./м}^3$, а удельные эксплуатационные затраты – $\Theta_{уд} = 7,42 \text{ р./м}^3$.

Для запроектированного варианта систем машин была выбрана технология разработки лесосек, определены состав и количество комплексных бригад, потребность в машинах и рабочих, вспомогательном оборудовании, инструментах, ТСМ. Так, для выполнения годового объема производства в размере 130 тыс. м^3 потребуется три бригады, каждая из которых будет включать по два звена в составе одного оператора харвестера и одного оператора форвардера. Объем работ для каждой бригады в сутки составляет $Q_{бр}^{сут} = 177,6 \text{ м}^3$.

Для оценки соответствия машин по экологическим критериям по предложенной методике был выполнен расчет давления движителя машин на почвогрунт и проведен анализ влияния технологических параметров и конструктивных особенностей машин на степень уплотнения почвы.

Проведенные экономические расчеты показали, что проектируемый вариант обеспечивает большую экономическую эффективность по сравнению с базовым вариантом. Годовая экономия составила 235300 р., а годовой экономический эффект – 89700 р.

УДК 629.4.022.4
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ РАМЫ
ВАГОНА-ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ КОНТЕЙНЕРОВ

А. Д. ИОНКИНА

Научный руководитель Д. Я. АНТИПИН, канд. техн. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Брянск, Россия

Проведено исследование динамической нагруженности специализированного длиннобазного вагона-платформы для перевозки крупнотоннажных контейнеров. Исследование проведено методами компьютерного математического моделирования. В среде программного комплекса моделирования динамики систем тел «Универсальный механизм» разработана гибридная динамическая модель вагона-платформы, представляющая собой четыре подсистемы, взаимодействующие между собой посредством контактных силовых элементов и шарниров. Подсистемы «ходовые части» и «автосцепное оборудование» представлены абсолютно твердыми телами, соединенными специальными нелинейными силовыми и контактными элементами и шарнирами. Рама вагона включена в модель в виде упругой системы, сформированной на основе детализированной оболочечной конечно-элементной модели, созданной в программном комплексе Femap 11. Интеграция упругой подсистемы «рама вагона» в твердотельную модель вагона-платформы выполнена посредством модуля UMFEM программного комплекса «Универсальный механизм». Подсистема «груз» представляет собой систему абсолютно твердых тел, описывающих реальные инерциальные характеристики типовых крупнотоннажных контейнеров типа 20'GP и 40'GP.

Рассмотрено движение груженого вагона по реальным неровностям пути в скоростном интервале 20–120 км, а также маневровое соударение со скоростями до 12 км/ч для трех доступных вариантов загрузки вагона.

По результатам моделирования получены спектры динамических нагрузок, действующих на несущую конструкцию рамы вагона-платформы со стороны ходовых частей и автосцепного оборудования в эксплуатации.

От действия полученных динамических усилий производился расчет конечно-элементной модели в динамической постановке методом непосредственного интегрирования уравнений узловых перемещений, реализованного в среде программного комплекса Femap.

Анализ результатов расчетов показал, что максимальные напряжения возникают в несущей конструкции рамы при загрузке вагона тремя контейнерами типа 20'GP при движении вагона со скоростью 93 км/ч и маневровом соударении на скорости 12 км/ч. При этом действующие напряжения не превышают допускаемого нормативными документами уровня.

УДК 629.113
БОРТОВОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ

Н. Н. ПАВЛЕНКОВ

Научный руководитель В. П. ЛОБАХ, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В связи с увеличением количества подвижного состава автомобильного транспорта и скоростей его движения проблема безопасности является важнейшей. В решении этой проблемы особое место отводится тормозной системе, которая должна быть постоянно в исправном состоянии. С этой целью разработано большое количество диагностического оборудования, которое подразделяется на стендовое и бортовое. Недостатком использования стендового оборудования является оценка технического состояния тормозной системы через определенные пробеги автомобиля, что не исключает использование автомобиля с неисправной тормозной системой. Кроме того, такое диагностирование требует больших затрат времени и средств. В то же время бортовое диагностирование позволяет постоянно контролировать техническое состояние тормозной системы во время эксплуатации автомобиля. Имеющиеся простейшие приборы, устанавливаемые на автомобиль, например, деселерометр, требуют определенных условий при диагностировании, что не всегда возможно и не соответствует реальным условиям эксплуатации.

Разработано устройство для бортового диагностирования тормозной системы, которое позволяет определить время торможения. Оно обладает простотой конструкции и имеет небольшую стоимость.

Устройство содержит датчик перемещения тормозной педали с импульсным преобразователем, выполненным щелевым, установленным на кронштейне вблизи тормозной педали и электрическую схему подсчета количества импульсов.

При нажатии на тормозную педаль на выходе преобразователя импульсного щелевого датчика перемещения педали формируется напряжение постоянного уровня, прикладываемое посредством резистора к автоколебательному мультивибратору, на выходе автоколебательного мультивибратора появляются прямоугольные импульсы. Посредством счетчика, определяется время торможения при окончании процесса торможения, когда водитель отпускает педаль. При сравнении этого времени с нормативным (для данных условий торможения) делается заключение о техническом состоянии тормозной системы.

УДК 629.113
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Г. С. МИГУРСКИЙ

Научный руководитель В. П. ЛОБАХ, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В настоящее время существует много методов для диагностирования двигателя внутреннего сгорания.

Из множества приборов для реализации диагностирования можно выделить три основные – сканеры, мотор-тестеры и газоанализаторы.

Сканеры позволяют прочитать и расшифровать коды неисправностей, записанных в памяти автомобиля, просматривать идентификационные данные систем, а также просматривать сигналы с датчиков. Но это относится только для дилерских сканеров. У мультимарочных сканеров ситуация обстоит иначе – диагностирование ограничивается лишь обнаружением кода ошибки. Для расшифровки кода неисправности приходится использовать справочники и документацию.

При помощи мотор-тестера можно измерить характеристики электрооборудования в автомобиле. Т. к. принцип работы у двигателей внутреннего сгорания одинаков, то устройство универсально для разных марок автомобиля. В отличие от сканера, мотор-тестер считывает информацию не с ЭБУ, а напрямую с датчиков и двигателя. Опираясь на это можно проверить результаты мультимарочного сканера и сделать вывод – возможно ли диагностировать автомобиль с данным сканером или нет.

Автомобильный газоанализатор является незаменимым прибором на современном диагностическом участке автосервиса. Благодаря этому устройству можно измерить уровень токсичности отработавших газов. Газоанализаторы работают по принципу спектрометрирования исследуемых газов в инфракрасном диапазоне и измеряют такие величины как оксид углерода (CO), количество не сгоревшего топлива (CH), концентрацию кислорода (O₂), диоксид углерода (CO₂) и оксид азота (N₂O).

Рассмотренные устройства работают в паре с компьютером и позволяют произвести диагностирование двигателя без разборки и в короткие сроки. Приборы имеют разный принцип работы и ни в коем случае не подменяют друг друга.

УДК 630*82(476)
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ЗАГОТОВКИ ЛЕСОСЕЧНЫХ
ОТХОДОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Д. А. КОНОНОВИЧ

Научный руководитель С. П. МОХОВ, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Своевременная и качественная очистка лесосек от лесосечных отходов после заготовки древесины, является важным условием дальнейшего эффективного лесопользования. Это позволяет проводить продуктивное лесовосстановление, а также выполнять противопожарные и санитарные требования.

На сегодняшний день лесосечные отходы представляют значительный ресурсный потенциал и могут использоваться, как сырье для получения древесного топлива. Технологический процесс очистки лесосек, с заготовкой лесосечных отходов на лесосеке, включает такие операции как сбор их в кучи или валы, погрузку на транспортировщик, транспортировку на погрузочный пункт (промежуточный склад), разгрузку с компактной укладкой, просушку, измельчение отходов и погрузку щепы на транспортное средство.

Основные лесосечные работы имеют продолжение в виде технологических операций сбора, погрузки, транспортировки, разгрузки сырья из лесосечных отходов специальным комплексом машин. Существенные отличия в технологии очистки лесосек будут наблюдаться при использовании на лесосечных работах различных систем машин (бензиномоторных пил или харвестеров, трелевочных машин с канатно-чокерным оборудованием или форвардеров и др.), и технологических процессов (заготовка сортиментов на пасеке или промежуточном складе). Так, например, после заготовки древесины бензиномоторной пилой, лесосечные отходы покрывают большую площадь лесосеки и технологический процесс продолжается с применения машины для сбора лесосечных отходов. После заготовки древесины харвестером оператор выполняя обрезку сучьев формирует условный вал из лесосечных отходов тем самым позволяя отойти от энергоемкого процесса сбора сразу к погрузке и транспортировке лесосечных отходов.

Следует отметить, что выбор того или иного технологического процесса очистки лесосек должен производиться с учетом природно-производственных условий, применяемой системы машин на заготовке древесного сырья и технико-экономической оценки эффективности работ.

УДК 621.86
МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ
ГИДРАВЛИЧЕСКИХ МАНИПУЛЯТОРОВ МОБИЛЬНЫХ МАШИН

И. А. ЛАГЕРЕВ
Федеральное государственное бюджетное учреждение
высшего образования
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. акад. И. Г. Петровского»
Брянск, Россия

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 17-79-10274).

Универсальные грузовые автомобили часто оснащают краном-манипулятором для самопогрузки. Многозвенные гидравлические манипуляторы также входят в состав различных мобильных транспортно-технологических машин [1].

Для моделирования рабочих процессов таких манипуляторов разработана комплексная математическая модель пятикомпонентной системы «исполнительный орган – манипулятор – мобильная машина – опорное основание – окружающая среда», позволяющая учесть совокупность обратных связей между ее элементами. Комплексная математическая модель включает ряд математических подмоделей, учитывающих особенности работы отдельных подсистем [2].

В работе использованы два подхода к моделированию динамики манипулятора: с учетом и без учета упругости звеньев. Динамика манипулятора с абсолютно твердыми звеньями моделируется с помощью рекурсивного алгоритма Ньютона-Эйлера [1]. Уравнения движения манипулятора с учетом упругости звеньев строятся с использованием принципа виртуальных работ всех сил. Упругие усилия выражаются через компоненты матрицы упругости, вычисляемой с использованием метода конечных элементов [2].

С использованием данной методики проанализированы рабочие процессы ряда конкретных конструкций манипуляторов и сделаны технические предложения по совершенствованию их конструкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Лагереv, И. А.** Динамика трехзвенных гидравлических кранов-манипуляторов: монография / И. А. Лагереv, А. В. Лагереv. – Брянск : БГТУ, 2012. – 196 с.
2. **Лагереv, И. А.** Моделирование рабочих процессов манипуляционных систем мобильных многоцелевых транспортно-технологических машин и комплексов: монография / И. А. Лагереv. – Брянск : РИО БГУ, 2016. – 371 с.

УДК 629.113
УСТРОЙСТВО ДЛЯ БОРТОВОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ
ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ

В. И. МАЗУРОВ
Научный руководитель В. В. ГЕРАЩЕНКО, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Проблема безопасности движения на автомобильном транспорте является основной в настоящее время. Это связано с ростом парка подвижного состава, увеличением интенсивности и скорости движения. Решение этой проблемы частично возможно путем совершенствования элементов активной безопасности, основным из которых является тормозная система. В процессе эксплуатации эффективность тормозной системы ухудшается. С целью поддержания необходимой эффективности проводится стендовое диагностирование через определенный пробег, при наличии на автомобиле бортового устройства диагностирования, что является не совсем правильным, т. к. тормозная система требует постоянного контроля.

Диагностирование тормозной системы производится следующим образом. Если тормозная система автомобиля не имеет неисправностей, максимальное значение напряжения, подаваемое на инвертирующий вход компаратора устройства больше, чем нормативное значение напряжения, подаваемое на не инвертирующий вход компаратора от источника постоянного тока. На выходе компаратора в соответствии с его передаточной характеристикой формируется отрицательное напряжение, которое посредством повторителя и диода подается к электрической лампе, и она загорается. Принимается решение, что тормозная система находится в исправном техническом состоянии.

Если диагностируемая тормозная система имеет неисправности, максимальное значение напряжения, подаваемое на инвертирующий вход компаратора меньше, чем напряжение, подаваемое на не инвертирующий вход компаратора от источника постоянного тока. На выходе компаратора в соответствии с его передаточной характеристикой формируется положительное напряжение, которое посредством повторителя подается к диоду. Диод заперт, лампа не загорается. Принимается решение, что тормозная система имеет неисправности. Необходимо прекратить эксплуатацию автомобиля и приступить к проведению работ по устранению возникшей неисправности.

УДК 656.135.073
ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ
ПЕРЕВОЗОК ПассажиРОВ МЕТРОПОЛИТЕНОМ

И. Э. ЛИННИК, А. И. ЖАБИНА
ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГОРОДСКОГО
ХОЗЯЙСТВА им. А. Н. Бекетова
Харьков, Украина

Одним из наиболее важных показателей работы метрополитена является объем перевозок. На всех стадиях пассажирских перевозок (планирования, организации и управления) происходит процедура определения возможного объема перевозок, а именно краткосрочное, среднесрочное и долгосрочное прогнозирование. В зависимости от эффективности прогноза зависит перспективное развитие метрополитена.

Влияние некоторых факторов внешней среды, на объемы перевозок пассажиров метрополитеном рассмотрены на примере города Харькова.

Анализируя зависимости между объемами перевозок пассажиров метрополитеном в г. Харькове и факторами внешней среды, можно сделать вывод, что они зависят от численности населения города, производства валового внутреннего продукта Украины, уровня автомобилизации и плотности магистральной сети. Зависимости между объемами перевозок и средней заработной платой нет, т. е. этот фактор внешней среды можно не учитывать при прогнозировании.

В трудах В. К. Доли объемы перевозок определяются с учетом подвижности и численности населения города [1, 2]. Однако не учитываются показатели транспортной сети, в том числе экономические, и их изменения во времени.

Проанализировав существующие подходы к прогнозированию объемов перевозок, можно сделать вывод, что при проведении расчетов учитываются такие факторы внешней среды как производство валового внутреннего продукта, подвижность и численность населения города. Однако, такие факторы, как уровень автомобилизации, плотность магистральной сети и уровень средней заработной платы в расчет не принимаются. Кроме того, эти факторы в совокупности не учитываются. В дальнейших исследованиях необходимо предложить такие модели прогнозирования объемов перевозок пассажиров метрополитеном, которые учитывали бы влияние внешних факторов среды в совокупности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доля, В. К. Организация пассажирских перевозок в городах / В. К. Доля. – Харьков : Новое слово, 2002. – 140 с.
2. Доля, В. К. Пассажирские перевозки : учебник / В. К. Доля. – Харьков : Форт, 2011. – 504 с.

УДК 629.4.023.142
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЖЕСТКОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КУЗОВОВ
ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ НА УРОВЕНЬ КОМФОРТА ПЕРЕВОЗОК

Е. В. ЛУКАШОВА
Научный руководитель Д. Я. АНТИПИН, канд. техн. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Брянск, Россия

Жесткостные характеристики кузовов пассажирских вагонов оказывают непосредственное влияние на вибрационную нагруженность вагона и уровень комфорта пассажиров. В качестве величины, описывающей интенсивность вибрационной нагруженности кузова вагона и пассажиров, принята спектральная плотность мощности колебательного процесса, отражающего перемещения точек кузова на разных частотах при движении вагона.

Анализ вибрационных процессов, возникающих в несущих конструкциях кузова вагона, произведен на основе разработанной детализированной пластинчатой конечно-элементной модели кузова. Модель сформирована в среде модуля инженерных расчетов Advanced Simulation программного комплекса NX. В качестве возмущающего воздействия в узлах модели генерировался сигнал, полученный при натурных ходовых испытаниях пассажирских вагонов, проведенных на участках пути протяженностью 160 км. Сигнал формировался с учетом постоянных скорости вагона, радиуса кривой и условий трения в контакте колесо-рельс. Рассматривались три различных участка пути: прямой, кривая радиусом 1000 м и стрелочный перевод с крестовиной 1/11. По результатам моделирования установлено, что при максимальных вертикальных ускорениях $0,38 \text{ м/с}^2$ и скорости движения 160 км/ч по прямому участку пути пики спектральных плотностей колебаний с частотой ниже 7 Гц принадлежат к перемещениям кузова, как абсолютно жесткого тела. Колебания с частотой выше 7 Гц при максимальных вертикальных ускорениях $0,41 \text{ м/с}^2$ характерны участкам со стрелочными переводами. Анализ форм колебаний кузова показал, что пик вибраций при частоте 8,6 Гц соответствует первой форме вертикального изгиба, а пик на частоте 11,8 Гц соответствует скручиванию кузова. При пике с частотой 16,06 Гц возбуждение происходит только на прямом участке пути и соответствует второй форме изгибных колебаний кузова.

Анализ полученных результатов показал, что наибольшее влияние на уровень вибрационной нагруженности кузова и комфорт пассажиров оказывают жесткости кузова в вертикальной плоскости и на скручивание, что необходимо учитывать при проектировании новых несущих конструкций пассажирских вагонов.

УДК 666.9.023.3
МОЛОТКОВАЯ ДРОБИЛКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОРИСТОГО
ЗАПОЛНИТЕЛЯ

Т. Н. ОРЕХОВА, Н. П. ДЕМУШКИН

Научный руководитель В. А. УВАРОВ, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. Шухова»
Белгород, Россия

Среди искусственных пористых заполнителей, широко используемых в строительстве, благодаря высоким физико-механическим свойствам наиболее распространен керамзит. Для улучшения качества керамзитового гравия необходимо обеспечение способов переработки некондиционного продукта – «сваров» керамзита с последующим использованием получаемой крошки в производстве керамзитобетонных блоков.

Изобретение призвано повысить надежность рабочего органа и продление срока его службы. Также данное изобретение позволит уменьшить металлоемкость и сократить время замены молотков.

Согласно модернизации ротор (рис. 1) состоит из: девяти держателей молотков – 4, двадцати семи молотков – 5, вала – 1, конструкция практически не изменилась, втулок – 2, 3, 6 необходимых для фиксации и удержания держателей молотков.

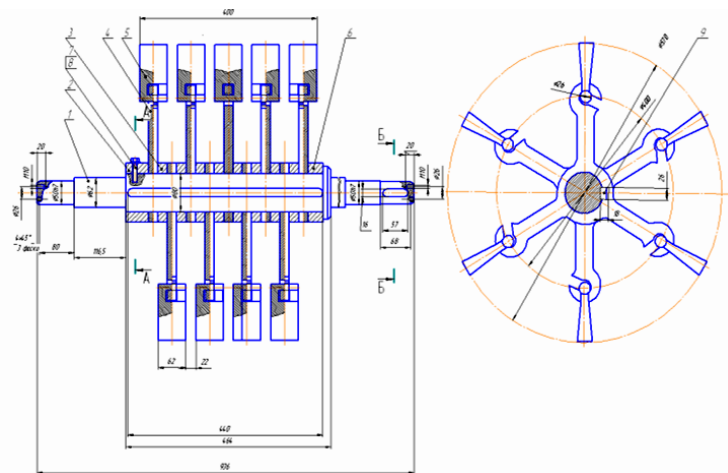


Рис. 1. Конструкция ротора

Диаметр, описываемый молотками равен 570 мм. Держатель молотков выполнен таким образом, чтобы молотки располагались под углом 120° относительно друг друга. Это сделано для уравнивания сил инерции, уменьшения колебаний и вибрации.

Внедрение в технологический процесс модернизированной молотковой дробилки, предназначенной для переработки бракованного продукта – «сваров» керамзита в керамзитовую крошку, позволит улучшить эксплуатационные характеристики пористого материала.

УДК 629.03.08
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО
СОСТОЯНИЯ АГРЕГАТОВ ТРАНСМИССИИ ГИБРИДНЫХ ЛЕГКОВЫХ
АВТОМОБИЛЕЙ

В. А. ГРЯЗНОВ

Научный руководитель В. Д. РОГОЖИН, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Гибридная силовая установка сочетает двигатель внутреннего сгорания (ДВС) и электромотор, что обеспечивает меньший расход топлива и снижает токсичность выхлопных газов. Существуют три основные схемы устройства гибридных силовых установок: последовательная, параллельная и смешанная (последовательно-параллельная) [1]. Конструктивная разница схем заключается в рабочем объеме ДВС, мощности электромотора, ёмкости аккумулятора, наличие отдельного генератора и делителя мощности.

Стенды для проверки тягово-экономических показателей автомобиля (двигателя) независимо от конструктивного выполнения по существу являются нагрузочными (тормозными) устройствами, воздействующими на ведущие колеса проверяемого автомобиля. По типу применяемых тормозных устройств они подразделяются на гидравлические, электрические, механические, инерционные, комбинированные; по опорно-воспринимающим устройствам – на роликовые (двух-, четырехроликовые и др.) и ленточные; по способу поддержания режимов диагностирования и регистрации результатов контроля – на автоматизированные и неавтоматизированные. Основными параметрами, измеряемыми с помощью стендов, являются мощность (или сила), развиваемая ведущими колесами проверяемого автомобиля, его скорость, расход топлива. Некоторые стенды позволяют измерять время (путь) разгона или выбега ведущих колес, потерю мощности в трансмиссии.

Таким образом, диагностическое оборудование, предназначенное для оценки технического состояния механических трансмиссий легковых автомобилей можно использовать также для диагностирования легковых автомобилей с гибридными силовыми установками, но полученные результаты не дают полной оценки состояния трансмиссии гибридных автомобилей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Токмаков, Н. М. Гибридный автомобиль [Электронный ресурс] / Н. М. Токмаков / Статья. – Режим доступа <http://elektrocar.narod.ru/articles/gibrid01.html> [дата доступа 04.09.17]

Ю. А. ГОЛОВЧЕНКО

Научный руководитель С. В. МОНТИК, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Брест, Беларусь

Для моделирования структуры зоны ТО автомобилей широко используются теория массового обслуживания и имитационное моделирование. Целью работы является сравнение методик моделирования структуры производственных подразделений по техническому обслуживанию транспортных средств с использованием теории массового обслуживания и имитационного моделирования на примере зоны ТО автомобилей-самосвалов производственно-коммерческого комплекса филиала «Автовокзал г. Бреста» ОАО «Брестоблавтотранс».

Первоначально для автомобилей был выполнен технологический расчет по типовой детерминированной методике.

Теория массового обслуживания использовалась для аналитического описания работы зоны ТО-1. Данная зона ТО-1 моделировалась с помощью:

1) одноканальной системы массового обслуживания (СМО) с простейшими потоками с ожиданием без ограничения длины очереди;

2) одноканальной СМО с простейшими потоками с ожиданием с ограничением на длину очереди;

3) одноканальной замкнутой СМО с простейшими потоками.

Выполнялось имитационное моделирование зоны ТО-1. При составлении имитационной модели зона ТО-1 рассматривалась:

1) в виде разомкнутой СМО с простейшими потоками;

2) в виде разомкнутой СМО с входящим потоком требований и потоком обслуживаний, распределенных по нормальному закону с заданными коэффициентами вариации;

3) в виде замкнутой СМО с простейшими потоками;

4) в виде замкнутой СМО с входящим потоком требований и потоком обслуживаний, распределенных по нормальному закону с заданными коэффициентами вариации.

Проведенный анализ методик моделирования позволяет рекомендовать для моделирования и оптимизации структуры зоны ТО имитационные модели, в которых зона ТО рассматривается как открытая СМО с нормальным законом распределения входящего потока и потока обслуживания. Для конкретного предприятия коэффициенты вариации времени поступления на ТО и времени выполнения ТО можно определить по результатам статистической обработки данных о работе зоны ТО.

Т. Н. ОРЕХОВА, В. В. КРАСНОВ

Научный руководитель А. А. РОМАНОВИЧ, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. Шухова»

Россия, Белгород

Разработка высокоэффективных смесительных агрегатов является одним из приоритетных направлений развития производства сухих многокомпонентных смесей в строительстве в связи с увеличением требований к качеству смесей.

Сравнительный анализ, проведенный на основе современных источников, позволяет сделать вывод, что для эффективного производства сухих строительных смесей необходима разработка смесителей непрерывного действия. Однако, необходимо иметь в виду следующее, что во многих смесителях используются внутренние дополнительные устройства (лопасти), которые могут как способствовать улучшению качества смеси, так и создавать застойные зоны. Это приводит к дополнительным затратам по очистке смесительного корпуса, что увеличивает стоимость эксплуатации и снижает качество готовой смеси. Разработан пневмосмеситель, который позволяет исключить перечисленные выше недостатки, обеспечить непрерывное производство и повысить качество сухих строительных смесей (рис. 1).

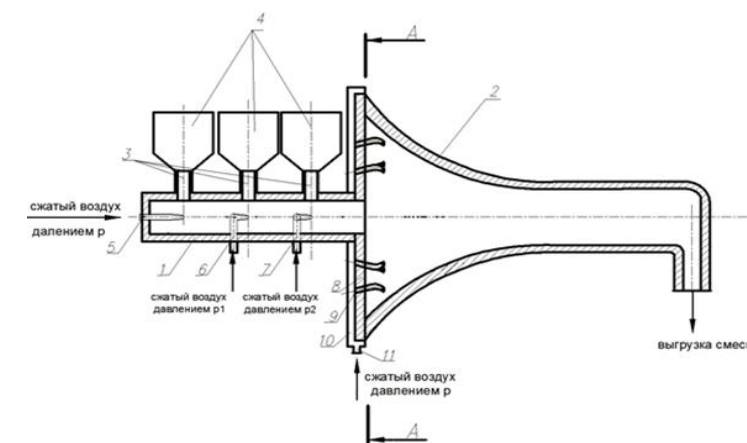


Рис. 1. Пневмосмеситель непрерывного действия: 1 – подающая труба; 2 – корпус основной камеры смешения; 3 – патрубки ввода компонентов; 4 – загрузочные бункера; 5, 6, 7 – сопла дополнительные; 8 – торец; 9 – сопла; 10 – крышка; 11 – патрубок подвода сжатого воздуха

А. М. РОВСКИЙ

Научный руководитель Л. А. СИВАЧЕНКО, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Измельчение материалов особенно карьерной влажности связано с трудностями, обусловленными высокой адгезией к рабочим органам измельчающих машин влажных материалов. Для переработки материалов, таких как глина, мел, цеолиты, мергель, и ряд других, разработан измельчитель с цепным рабочим органом. Главным преимуществом измельчителя с цепным рабочим органом является способность переработки влажных материалов за счет гибкого цепного полотна, что исключает заклинивание, а также работу с твердыми включениями различной крупности. Конструкция измельчителя приведена на рис. 1.

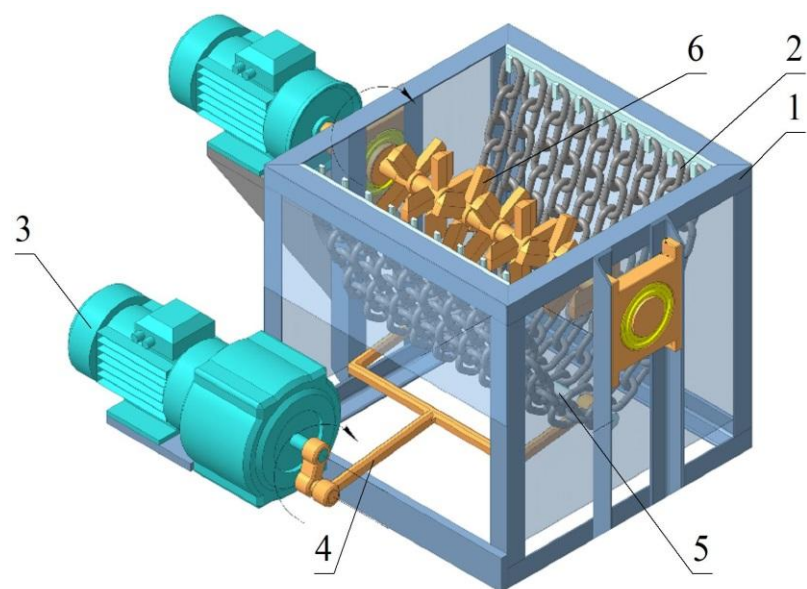


Рис. 1. Цепной измельчитель сырьевых материалов

Агрегат состоит из рамы 1, на которую навешивается цепное полотно 2, состоящие из закрепленных параллельных цепных отрезков. Полотно приводится в колебание при помощи электродвигателя 3, по средством кривошипно-шатунного механизма 4 и закрепленной в нижней точке провисания полотна 2 штанги 5. Для измельчения крупных кусков и удаления уже измельченного материала над полотном 2 расположена измельчающий орган 6. Измельчитель с цепным рабочим органом может быть внедрен на предприятиях по производству керамических и силикатных изделий.

Н. В. ВОЛОДАРЕЦ

Научный руководитель И. В. ГРИЦУК, д-р техн. наук, доц.
ХЕРСОНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МОРСКАЯ АКАДЕМИЯ
Херсон, Украина

Рассмотрена возможность формирования различных вариантов схем информационной системы (ИС) мониторинга транспортного средства (на примере автомобилей) в условиях эксплуатации для обеспечения следующих ее составляющих: идентификация транспортного средства (ТС), сбор данных о его техническом состоянии, проведение мониторинга и прогнозирования данных о техническом состоянии ТС, идентификация условий эксплуатации ТС, диагностика состояния ТС, проверка соответствия состоянию ТС. Был выполнен структурный анализ системы «Автомобиль–Водитель (Человек)–Условия эксплуатации–Инфраструктура эксплуатации автомобиля». При этом для формирования основной структурной формулы ИС мониторинга автомобилей в условия эксплуатации были выделены морфологические признаки, для каждого из которых предварительно составлен максимально полный перечень различных вариантов технического выражения приведенных признаков. Для простоты использования морфологические признаки были представлены в виде морфологической матрицы.

Для функционального элемента «Автомобиль» выделено 12 признаков, причем для классификационного элемента «Легковой автомобиль» дополнительно выделено 4 признака, для элемента «Автобус» – 1, для элемента «Грузовой автомобиль» – 2 признака. Для функционального элемента «Двигатель автомобиля» выделено 4 признака, для элемента «Оснащение ТС информационно-коммуникационным оборудованием» – 3 признака, для элемента «Внешние сети» – 1 признак в 4-х вариантах, для элемента «Мониторинг состояния ТС и условий эксплуатации» выделено 3 признака. Для каждого из 23 морфологических признаков системы выбраны основные варианты их реализации (от 2 до 10).

Смена конструктивного выражения конкретного варианта какого-либо из признаков формирует новую схему обеспечения ИС мониторинга ТС в условиях эксплуатации.

При формировании возможных вариантов ИС мониторинга ТС в условиях эксплуатации каждая из выделенных систем рассматривается как способ обеспечения ее действенности для ТС.

с опорной поверхностью можно осуществить идентификацию скольжения контактов колес путем анализа знаков производных от сил по времени [1, 2]. Результатами экспериментальных исследований установлено, что критерием формирования сигналов управления тормозными моментами является отрицательный знак производных от сил в контакте колес с опорной поверхностью по времени, который идентифицирует скольжение контакта колеса относительно опорной поверхности.

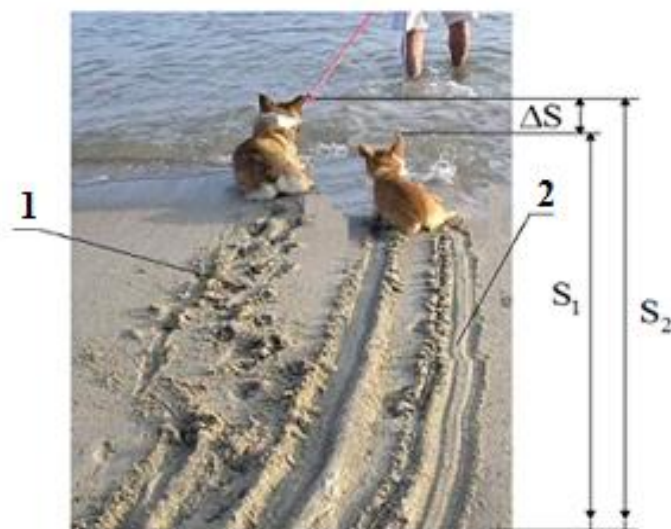


Рис. 3. Иллюстрация к работе ABS

Выводы.

1. Анализ алгоритмов современных систем EBD автомобиля показал, что причиной низкого качества регулирования тормозными моментами на колесах автомобиля является низкая информативность источников первичной информации – угловые скорости вращения колес.

2. Повышение эффективности алгоритма EBD можно обеспечить путем прямого измерения и анализа тормозных моментов (сил), позволяющих идентификацию скольжения контактов тормозящих колес по отрицательному знаку производной от моментов (сил) по времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2131365 (RU), МКИ⁶ В 60 Т 8/52, G 01 L 5/28. Устройство измерения тормозного момента / Г. В. Бочкарев, В. А. Ким, Ф. А. Ким, В. С. Портасенок, Р. И. Фурунжиев. – № 97109779/28 ; заявл. 13.06.1997 ; опубл. 10.06.1999, Бюл. № 16. – 6 с.

2. Междун. заявка 98/01332 (WO), МКИ⁶ В60Т 8/52. Способ управления антиблокировочной системой торможения транспортного средства / В. А. Ким, Ф. А. Ким, В. С. Портасенок, Р. И. Фурунжиев, В. П. Лобах, Г. В. Бочкарев. – № PCT/BY96/0 ; опубл. 01.02.1998, GAZETTE №2. – 97 с.

3. Пат. 4.822.113 США, МКИ В 60 Т 8/58. Anti-lock Brake Control System / A. Kade, H. G. Hopkins, M. A. Salman (США); BOEING. – № 784609 ; заявл. 14.03.1972 ; опубл. 11.08.1974, Бюл. № 405. – 21 с.

УДК 666.9.023.3

СЕПАРАТОР КИПЯЩЕГО СЛОЯ

Л. Г. РОМАНОВИЧ, Р. С. КОЛЕСНИКОВ

Научный руководитель А. А. РОМАНОВИЧ, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. Шухова»
Белгород, Россия

Изучение процесса разделения тонкомолотой железосодержащей композиции от конструктивных параметров и режима работы установки требует применения специального исследовательского оборудования, отвечающего следующим требованиям:

- обеспечение изменения исследуемых конструктивных параметров и режимов работы сепаратора кипящего слоя сухого разделения в заданных пределах;
- конструкция экспериментальной установки должна достоверно моделировать изучаемый процесс;
- измерительные приборы должны обеспечивать необходимую точность измерения.

С учетом этих требований разработана и изготовлена экспериментальная установка для исследования процесса разделения двухкомпонентной смеси.

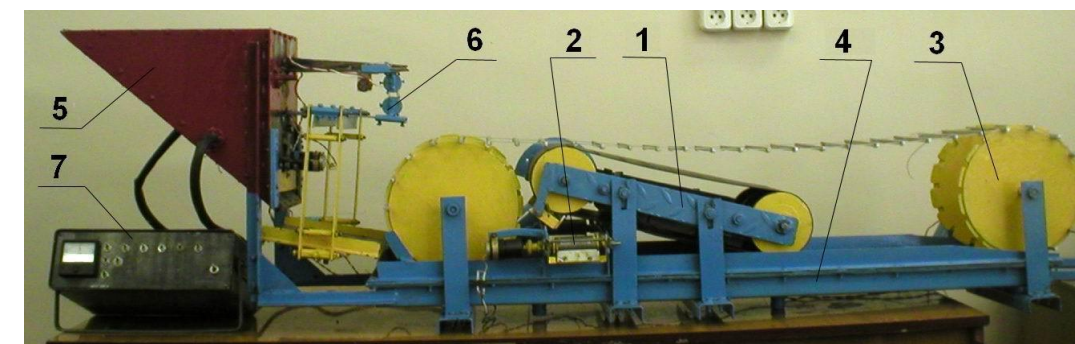


Рис. 1. Сепаратор кипящего слоя: 1 – конвейер ленточный; 2 – конвейер разгрузки магнитных частиц; 3 – конвейер скребковый; 4 – лоток; 5 – устройство загрузочное; 6 – система стабилизации; 7 – пульт управления.

Экспериментальные исследования подтвердили теоретическое предположение о том, что сепаратор кипящего слоя сухого разделения обладает большей эффективностью в сравнении с традиционными сепараторами и превышает 90 %.

М. А. РОМАНОВИЧ, Р. С. КОЛЕСНИКОВ

Научный руководитель А. А. РОМАНОВИЧ, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. Шухова»
Белгород, Россия

Разработана промышленная технология и энергосберегающее оборудование для получения композиционного вяжущего со снижением энергоемкости процесса до 50 % за счет синергетического эффекта при механоактивации сырьевой смеси с замещением клинкерной составляющей минеральной гидроактивной добавкой. Технологический процесс (рис. 1) построен на последовательном вводе компонентов в дисперсных фазах в сырьевую смесь в тракте помола и на сепарации продукта с определенными дисперсными характеристиками.

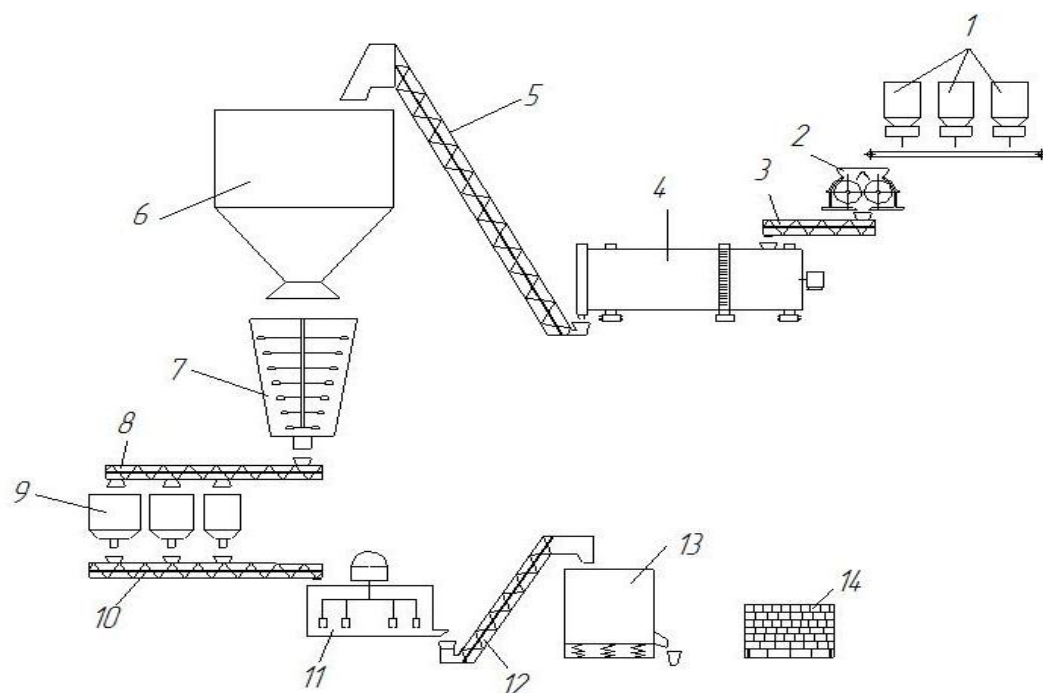


Рис. 1. Технологическая схема производства композиционных материалов: 1, 2, 3 – бункера исходных материалов; 2 – ПВИ; 3, 5, 8, 10, 12 – шнековый питатель; 4 – сушильный барабан; 6 – накопительный бункер; 9 – бункера добавок; 11 – смеситель; 13 – упаковочная машина; 14 – склад готовой продукции

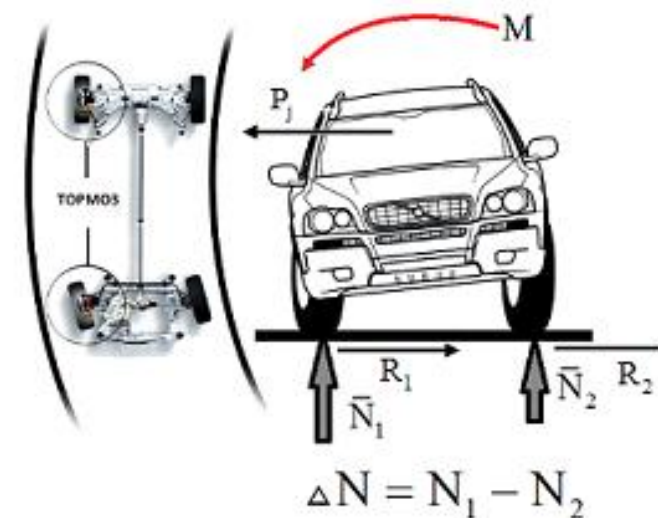


Рис. 2. Схема к возникновению бокового крена кузова автомобиля на криволинейной траектории и перераспределения нормальных реакций опорной поверхности колес по его бортам

АБС заметно увеличивает путь торможения (рис. 3) вследствие чего эффективность торможения снижается. Вторым недостатком АБС – на снегу, песке или ледяной поверхности АБС сводит на нет преимущества шипованных шин. Поскольку растормаживая колеса, система не позволяет шипам проявить всю их действенность. Кроме того, при торможении на ухабистой дороге, одно из колес может зависать в воздухе и блокироваться и АБС подает сигнал на снижение давления в тормозной системе. В результате чего автомобиль может войти в состояние «заноса». В отличие от ABS система EBD постоянно следит за состоянием движения автомобиля. Система EBD основана на компонентах, используемых в ABS, и содержит датчики измерения скорости измерения колес, клапаны тормозной системы, блок управления тормозными моментами по колесам. Таким образом, в систему EBD не добавляются дополнительные модули, которые используются в ABS. EBD расширяет программное обеспечение ABS. Основой функционирования алгоритма EBD является то, что она осуществляет идентификацию изменения нормальных реакций опорной поверхности колес и условия их сцепления с опорной поверхностью путем анализа разности угловых скоростей вращения колес между бортами автомобиля. EBD осуществляет косвенное определение сил (коэффициентов сцеплений) в контакте колес с опорной поверхностью на основе измерения угловых скоростей вращения тормозящих колес. На основе анализа сил устанавливаются критерии регулирования тормозными моментами. Необходимо отметить, что коэффициенты сцепления измеряются десятными долями, то погрешность их расчетов представляется очевидной, и соответственно снижается качество управления. Поэтому для повышения эффективности алгоритма EBD предлагается использовать более высокоинформативный источник, чем угловые скорости вращения колеса – силы в контакте колес с опорной поверхностью. На основе прямого измерения сил в контакте колес

С. Ю. БИЛЫК

Научный руководитель И. С. САЗОНОВ, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Идея использования регуляторов тормозных сил на колесах автомобиля не нова. Данная задача решалась с помощью регуляторов тормозных сил, приводивших давление в тормозных приводах задних колес автомобиля в соответствии с изменениями нормальных реакций опорной поверхности по осям автомобиля. В процессе торможения автомобиля возникает пара сил от сил F_1, F_2 в контакте колес с опорной поверхностью и силы инерции P_j , создающих момент M_j , под действие которого совершается угловое перемещение остова (рис.1). При этом нормальная реакция опорной поверхности колес передней оси N_1 возрастает, а N_2 уменьшается. За счет возрастания нормальной реакции N_1 , колеса передней оси могут реализовать большие моменты, формируемых в колесных тормозах.

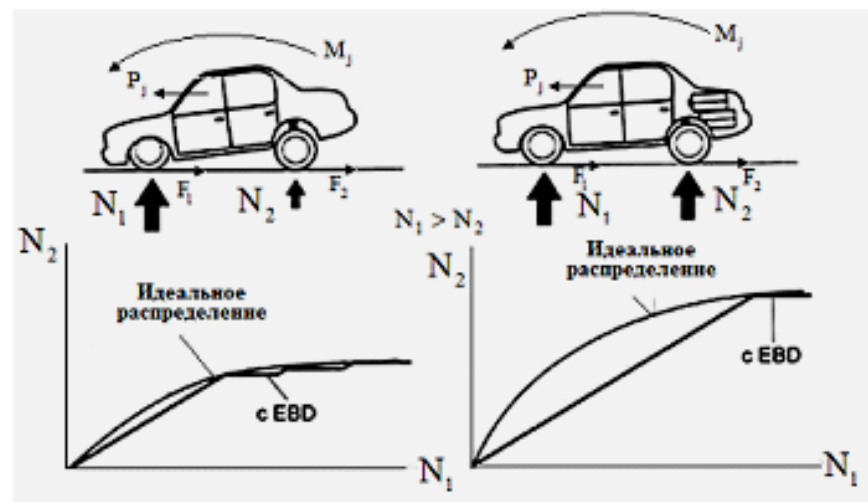


Рис. 1. Схемы к иллюстрации поворота корпуса автомобиля и перераспределения нормальных реакций опорной поверхности его колес

Опыт эксплуатации ABS показал, что его алгоритм управления, основанный на циклическом выключении/включении тормозного привода, не всегда приводит к положительным результатам. Особенно это заметно в ситуации экстренного торможения автомобиля по криволинейной траектории, при котором происходят значительные изменения нормальных реакций N_1 и N_2 по бортам автомобиля, которые связаны с возникновением момента M_j , обусловленного возникновением пары сил от боковых реакций колес R_1, R_2 и силы инерции (рис. 2).

М. А. РОМАНОВИЧ, Д. А. КОРЕНЕВ

Научный руководитель А. А. РОМАНОВИЧ, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. Шухова»
Белгород, Россия

Материалы, применяемые при производстве цемента, имеют абразивную структуру, и измельчение их между валками пресс-валкового измельчителя приводит к интенсивному износу рабочих органов.

Разработано на уровне изобретения техническое решение, позволяющее защитить поверхность валков от интенсивного износа за счет наплавки из износостойкого материала сетки, ячейки которой в процессе работы заполняются измельчаемым материалом и, удерживаясь в них, предохраняют поверхность валков от износа (рис. 1).

Для обеспечения футеровки поверхности валков, наплавку сетки необходимо выполнить так, чтобы измельчаемый материал запрессовался в ячейках в момент измельчения и после снятия напряжений не выходил из них и, тем самым, образовывался слой материала (запрессованный в ячейках), который предохранял бы рабочую поверхность валков от интенсивного износа.

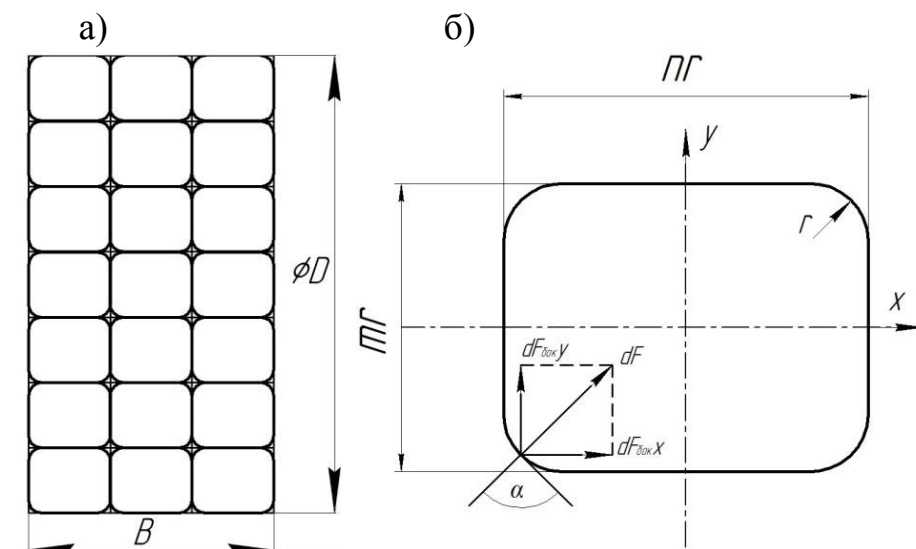


Рис. 1. Рабочая поверхность банджа валка с наплавленной футерующей сеткой: а – общий вид; б – форма ячейки

М. А. РОМАНОВИЧ, И. С. ЛОКТИОНОВ

Научный руководитель А. А. РОМАНОВИЧ, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. Шухова»
Белгород, Россия

Известно, что измельчаемый в пресс-валковом измельчителе (ПВИ) материал после обработки давлением между валками отличается от исходного: имеет форму в виде спрессованных пластин, а его частицы – микродефектную структуру. Далее производится доизмельчение в шаровой мельнице.

Проведенные исследования на экспериментальной установке, включающей в себя ПВИ и шаровую мельницу, оснащенную лопастными энергообменными устройствами (рис. 1), при помоле клинкера и добавок, подтвердили высокую эффективность их использования.

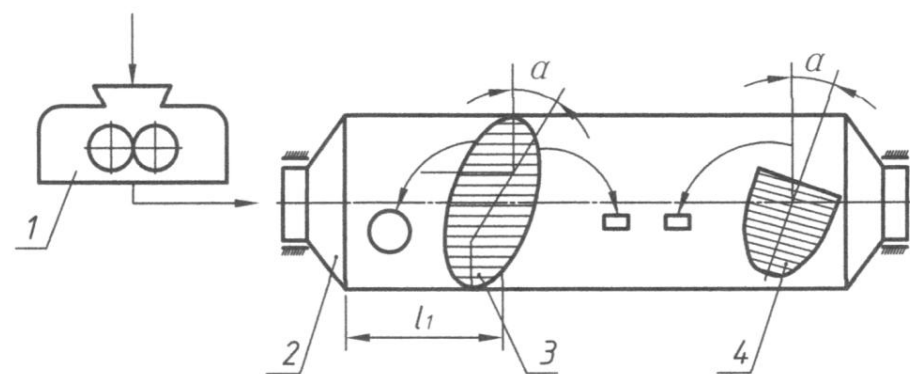


Рис. 1. Пресс-валковый измельчитель и шаровая мельница, оснащенная энергообменными устройствами: 1 – ПВИ; 2 – барабан; 3 – лопасть двойного действия; 4 – лопасть эллипснoй

Производительность мельницы возросла на 40 %. Такое увеличение обосновано не только за счет предварительного измельчения в ПВИ материалов, но и за счет большей работы совершаемой мелющими телами в шаровой мельнице.

Е. Н. БЕЛЬСКИЙ

Научный руководитель В. Д. РОГОЖИН, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Уровень технологической оснащенности оборудованием и инструментом, являющейся одной из составляющих производственно-технологической базы (ПТБ) организаций автосервиса (ОАС), существенно влияет на производительность труда, культуру производства, улучшение условий труда персонала ОАС, защиту окружающей среды и ресурсосбережение. Эффективность этой части ПТБ при проектировании постов и участков ОАС оценивается показателями механизации производственных процессов ТО и ТР автомобилей.

Технологическое оборудование, предназначенное для ОАС, достаточно разнообразно по номенклатуре, назначению, рабочим процессам, техническим параметрам, технологическим и конструктивным характеристикам, приводным устройствам, делится на постовое, участковое, специализированное отраслевое, общепромышленное. При проектировании ОАС технологическое оборудование чаще всего распределяется на группы по функционально-технологическим признакам, по типу привода, по технологическим возможностям, по уровню автоматизации [1, 2].

С целью уменьшения сроков разработки проекта ОАС, повышения показателей механизации выполнения технологических операций по ТО и ТР автомобилей на постах и участках, необходимо решить задачу подбора технологического оборудования, с использованием его конструктивных особенностей, функционального назначения, стоимости и других критериев.

Цель работы: по результатам выполненного обзора и анализа существующих методов выбора технологического оборудования, разработать методику подбора технологического оборудования для постов и участков при проектировании ОАС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондаренко, Е. В. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Е. В. Бондаренко, Р. С. Фаскиев. – М. : Академия, 2011. – 304 с.
2. Типаж и техническая эксплуатация оборудования предприятий автосервиса: учебное пособие / В. А. Першин [и др.] – Ростов н/Д : Феникс, 2008 – 416 с.

Д. В. ЧЕЗГАНОВА

Научный руководитель В. В. ЗОТОВ, канд. техн. наук, доц.
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»
Москва, Россия

Современные подъемные установки горных предприятий снабжаются дисковыми тормозными устройствами, которые, в свою очередь, обеспечивают их безопасную эксплуатацию. Производительность подъемной установки и предприятия в целом зависят от безотказной и надежной работы тормозных устройств.

Многие исследователи рассматривают вопросы повышения эффективной эксплуатации подъемных установок, а именно, за счет применения резиновых лент в качестве головных канатов рудничных подъемных установок [1].

Чтобы определить конструктивные параметры элементов тормозных систем для подъемных установок с резиновыми лентами, с помощью пакета программ SolidWorks были разработаны их цифровые модели.

Стоит отметить, что для выполнения моделирования при экспорте детали в программу, ей присваивались механические характеристики, а также прикладывались соответствующие условиям эксплуатации нагрузки. При расчете предполагалось, что тормозное усилие прикладывается статически без нарастания или убывания. Усилие от крутящего момента приводного барабана также принималось постоянным.

Моделирование показало, что распределение напряжений в конструкциях элементов дискового тормоза осуществляется по-разному в зависимости от направления вращения приводного барабана.

В ходе исследования цифровых моделей были получены необходимые данные для расчетов дисковых тормозов подъемных установок.

Таким образом, к итогам проделанной работы можно отнести следующее:

- использование пакета программ SolidWorks для создания цифровых моделей различных конструкций позволяет уточнить расчет их напряженного состояния при эксплуатационных нагрузках.
- разработанная цифровая модель показывает напряженно-деформированное состояние элементов дискового тормоза, что необходимо для определения их рациональных конструктивных параметров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Картавый Н. Г.** Повышение технического уровня шахтных подъемных установок при замене канатов резиновыми лентами / Н. Г. Картавый, В. В. Зотов / Горное оборудование и электромеханика. – 2008. – № 11. – С. 6–10.

М. А. РОМАНОВИЧ, Е. И. ЧЕХОВСКОЙ

Научный руководитель А. А. РОМАНОВИЧ, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. Шухова»
Белгород, Россия

Была разработана конструкция агрегата с устройством для направленной подачи сланцевых материалов, предназначенная для получения кубовидного щебня путём раздавливания материала между двумя зубчатыми валками.

Агрегат для получения кубовидного щебня работает следующим образом: материал засыпается в приёмный бункер, где по подвижным пластинам подаётся к валикам, захватывается ими, поворачивается в вертикальное положение и направляется к зубчатым валкам, где раздавливается и выходит из межвалкового пространства в виде кусков, имеющих кубовидную форму с размерами, не превышающими шаг зубьев.

Преимущества данной установки заключается в том, что из сланцевого материала, у которого длина значительно больше ширины, в процессе дробления получается кубовидный щебень при минимальных энергозатратах.

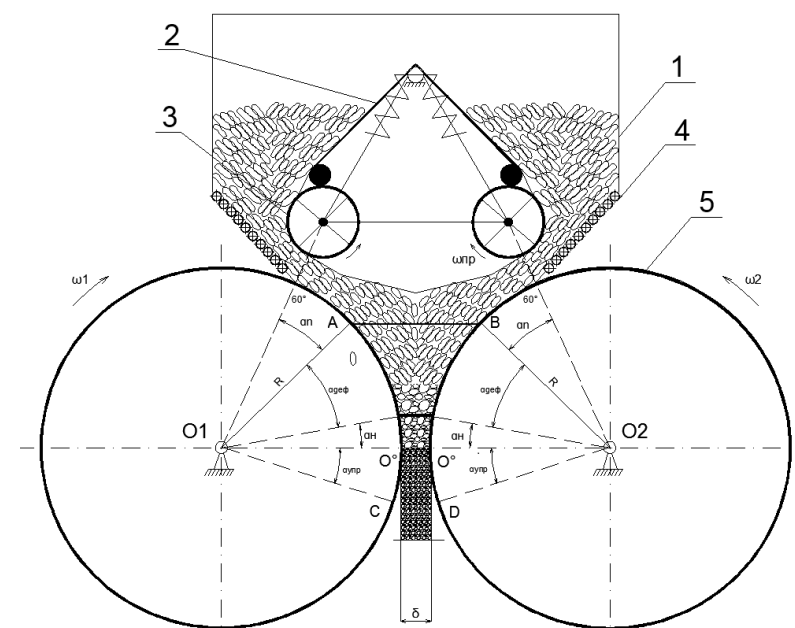


Рис. 1. Схема пресс-валкового измельчителя с зубчатыми валками для измельчения сланцевых материалов: 1 – устройство для направленной подачи материала; 2 – подвижные щеки; 3, 4 – направляющие валики; 5 – зубчатые валки

В. А. СУДАКОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В процессе эксплуатации строительных и дорожных машин происходит частичная или полная потеря работоспособности. Восстановление производится, как при выполнении плановых технических обслуживаний, так и при аварийных ремонтах, вызывающих простои машин. Развивается направление по совершенствованию системы технической эксплуатации при поддержании начального уровня надежности машин во время всего срока службы.

Производители строительно-дорожных машин, грузовых и легковых автомобилей пользуются функциональной диагностикой, что позволяет увидеть код ошибки, если случается неисправность, в процессе эксплуатации. Далее производитель перекладывает всю работу по устранению неисправности на станции технического обслуживания, с другим оборудованием, необходимым для более детальной диагностики.

Производители БелАЗ в своих машинах начинают использовать тестовую диагностику, что позволяет в процессе эксплуатации при создании определенных тестовых воздействий на агрегаты трансмиссии, получить точный ответ о местоположении неисправности. Известно, что наибольшая доля отказов в гидромеханических трансмиссиях приходится на зубчатые и фрикционные элементы трансмиссии. Для компьютерной диагностики этих неисправностей предложено отслеживать относительные угловые перемещения валов импульсным способом. Суть импульсного способа состоит в том, что в процессе движения анализируются относительные угловые перемещения ведущей и ведомой частей трансмиссии, путем подсчета количества импульсов высокочастотного опорного сигнала генерируемого с ведущей части на каждом повороте ведомой части на один зуб.

Так, при диагностировании трансмиссии по суммарному угловому зазору в процессе движения необходимо подать тестовое воздействие. Таким воздействием может быть торможение двигателем (резкое прекращение подачи топлива в двигатель), при котором на входе трансмиссии создается отрицательный вращающий момент, способствующий уменьшению момента на ведущем валу, в то время как момент от сил инерции вращающихся и поступательно движущихся масс, связанных с ведомым валом, будет способствовать продолжению движения и выбору этого зазора.

С. М. ТОЛСТОЛУЦКИЙ, Е. С. ТКАЧЕНКО

Научный руководитель А. А. РОМАНОВИЧ, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. Шухова»
Белгород, Россия

В связи с тем, что транспортно-технологические системы имеют слабую энерговооруженность, одним из ключевых факторов использования той или иной конструкции манипуляторов является энергоэффективность. В настоящее время используют клещевые захваты, имеющие сложную конструкцию и высокие энергозатраты. Предлагается вильчатый хват, имеющий более простую конструкцию, с числом подвижностей менее шести, значительно дешевле в изготовлении и эксплуатации.

Манипулятор автоматической наземной транспортно-технологической мини-системы по своему функциональному назначению должен обеспечивать движение выходного звена и, закрепленного в нем, объекта манипулирования в пространстве по заданной траектории и с заданной ориентацией. Для полного выполнения этого требования основной рычажный механизм манипулятора должен иметь не менее шести подвижностей, причем движение по каждой из них должно быть управляемым. Эта система сложна как в изготовлении, так и в эксплуатации. Поэтому в реальных конструкциях манипуляторов часто используются механизмы с числом подвижностей менее шести. Наиболее простые манипуляторы имеют три, реже две, подвижности. Такие манипуляторы значительно дешевле в изготовлении и эксплуатации, но предъявляют специфические требования к организации рабочей среды. Эти требования связаны с заданной ориентацией объектов манипулирования относительно механизма мини-системы (рис. 1).

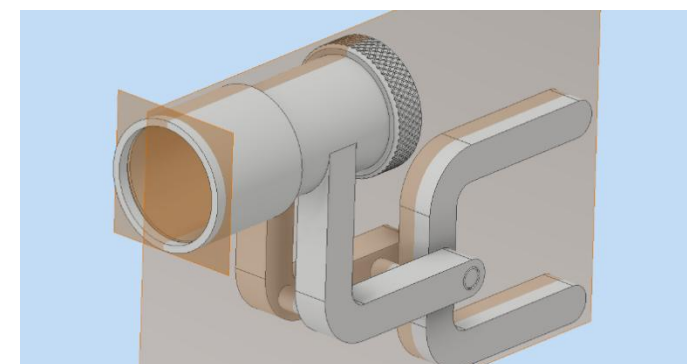


Рис. 1. Последнее звено манипулятора