

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности

Материалы международной
научно-технической конференции
молодых ученых

Могилев, 17–18 ноября 2011 г.

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); канд. техн. наук, доц. М. Е. Лустенков (зам. гл. редактора); В. И. Кошелева (отв. секретарь); д-р техн. наук, проф. В. П. Куликов; д-р техн. наук, проф. М. Ф. Пашкевич; д-р техн. наук, проф. В. П. Тарасик

Рецензенты: канд. техн. наук, доц. А. В. Капитонов; д-р техн. наук, доц. А. М. Даньков, канд. техн. наук, доц. Д. И. Якубович, д-р техн. наук, проф. В. П. Куликов; канд. техн. наук, доц. И. В. Лесковец; канд. техн. наук, доц. Н. А. Коваленко; д-р техн. наук, доц. С. Д. Семенюк; канд. техн. наук, доц. Г. С. Ленеvский; канд. техн. наук, доц. С. С. Сергеев; канд. экон. наук, доц. Н. С. Желток

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, 2011. – 290 с. : ил.
ISBN 978-985-492-099-3.

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 978-985-492-099-3

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет», 2011

УДК 621.787
МЕТОД МАГНИТНО-ДИНАМИЧЕСКОГО РАСКАТЫВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ
ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Д. М. СВИРЕПА

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

Научное издание

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

Материалы международной
научно-технической конференции
молодых ученых
Могилев, 17–18 ноября 2011 г.

Технический редактор И.В. Брискина

Компьютерная верстка И.В. Брискина

Подписано в печать 29.09.2011г. Формат 60x84/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Печать трафаретная. Усл.печ.л. 16,85. Уч.-изд.л. 18,65.
Тираж 100 экз. Заказ № 674.

Издатель и полиграфическое исполнение
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет»
ЛИ 02330/375 от 29.06.2004г.
212000, г.Могилев, пр.Мира, 43.

Существуют динамические методы упрочнения внутренних поверхностей деталей технических систем поверхностным пластическим деформированием с использованием одноэлементных деформирующих устройств, не позволяющих обеспечить высокую производительность упрочняющей обработки [1–3].

Наиболее производительными являются методы упрочнения поверхностей многоэлементными деформирующими устройствами, в том числе инструментами, работающими от пневмосистемы, содержащими специальные преобразователи энергии подаваемого под давлением воздуха в рабочее движение деформирующих шаров [4–7].

Перспективным направлением развития методов поверхностного пластического деформирования является обеспечение силового взаимодействия деформирующих элементов с упрочняемой поверхностью детали на основе использования новых видов энергии и комбинированного энергетического воздействия на зону деформирования.

В Белорусско-Российском университете разработан новый метод поверхностного пластического деформирования с магнитным и электромагнитным приводом деформирующих шаров [8–9]. Для повышения эффективности разработанного метода автором была выдвинута гипотеза: преобразовать энергию магнитного поля инструмента в колебательные движения деформирующих шаров.

С целью подтверждения гипотезы было выполнено математическое моделирование процесса раскатывания отверстия детали деформирующими шарами, свободно расположенными в кольцевой камере и периодически воспринимающими энергию магнитного поля от вращающейся магнитной системы инструмента [10].

В ходе моделирования получены: системы уравнений, описывающие кинематику и динамику деформирующих шаров в процессе упрочняющей обработки; математические выражения для определения скорости деформирующих шаров в момент их взаимодействия с поверхностью детали; аналитические зависимости для расчета величины магнитной силы, дейст-

вующей на деформирующие шары при изменении их пространственного положения.

Установлено, что в процессе обработки деформирующие шары движутся в плоскости их расположения по циклоиде, осуществляя при этом радиальные колебания, характеристики которых зависят от частоты вращения источников магнитного поля и конструктивных параметров магнитной системы инструмента.

На основе выполненных теоретических исследований разработан метод магнитно-динамического раскатывания (рис. 1).

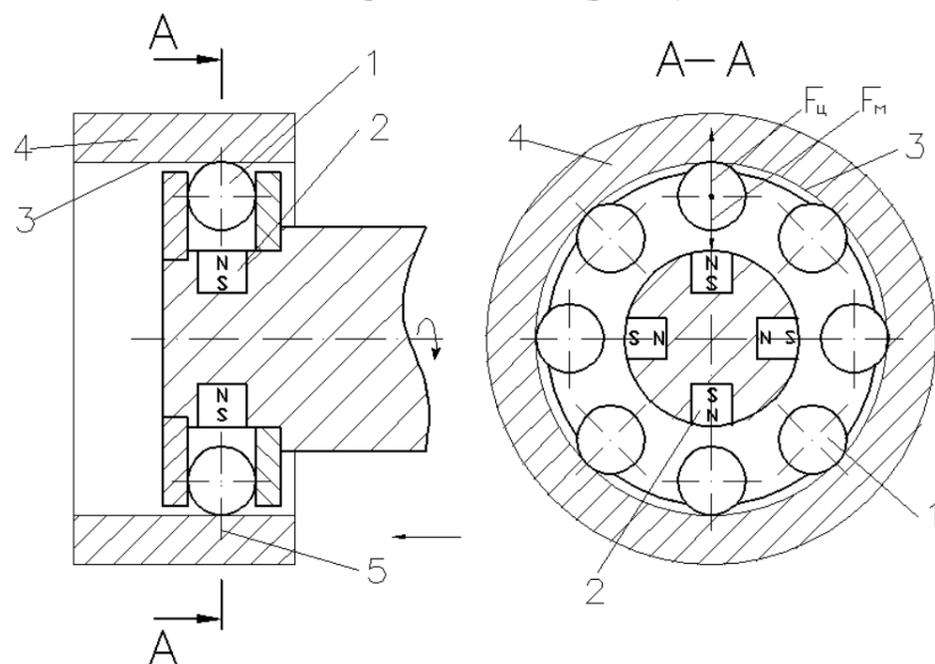


Рис. 1. Схема магнитно-динамического раскатывания

Согласно методу деформирующие шары 1 и источники магнитного поля 2 вводят в отверстие 3 детали 4 и перемещают с подачей вдоль упрочняемой поверхности. Вектор индукции магнитного поля направляют радиально к упрочняемой поверхности, а вектор силы магнитного притяжения деформирующих шаров 1 к источникам магнитного поля 2 размещают в плоскости их вращения 5. Источники магнитного поля 2 вращают, периодически воздействуя на деформирующие шары 1 магнитным полем. В результате обеспечивается периодическое превышение радиальной составляющей силы магнитного притяжения F_m над центробежной силой $F_{ц}$, прижимающей их к поверхности отверстия. Деформирующие шары 1 при этом вращаются в окружном направлении, получают радиальные колебания и осуществляют динамическое упрочнение.

Для реализации метода магнитно-динамического упрочнения разработаны одно- и многокамерные раскатники, а также быстродействующее

ЛАЗАРЧИК Т. В. Основные факторы увеличения прибыли предприятия.....	261
ЛАЗАРЧИК Т. В. Совершенствование политики распределения прибыли на предприятии.....	262
МОИСЕЕНКО Ю. А. Экономическая целесообразность авторециклинга.....	263
ОРЛОВ Д. Ю., АРЕФЬЕВ Е. В. Интеграция систем менеджмента для оптимизации управления автотранспортным предприятием.....	264
ОРЛОВ Д. Ю., КУЗНЕЦОВ Р. А. Автоматизация моделирования бизнес-процессов автотранспортных предприятий...	265
ОСИПЕНКО Н. А. Позиционирование продукции как элемент маркетингового планирования.....	266
ПАЦУК М. Л. Формирование профессионально важных качеств молодых специалистов на производстве.....	267
ПАЦУК М. Л. Особенности производственной адаптации молодых специалистов.....	268
ПУШКИНА Л. И. Факторы несбалансированного роста заработной платы в Республике Беларусь.....	269
РОЖОК О. А. Перспективы развития агробизнеса в Беларуси	270
РЫНКЕВИЧ А. С., КЛЮЕВА О. Г. Страхование инновационных рисков предприятия.....	271
САМАРЦЕВ К. С. Содержательность управления непрерывным образованием.....	272
СЕДЛУХО О. В. Управление оборотными средствами предприятия.....	273
СЕДЛУХО О. В., ХМЕЛЬНИЦКАЯ Н. Н. Роль постиндустриального труда в развитии экономики.....	274
ФИТЦОВА Е. С. Покупательская лояльность – реальный актив или миф.....	275

измерения твердости в автоколебательном режиме.....	240
ЕРМАЛИЦКАЯ К. Ф. Двухимпульсная лазерная атомно-эмиссионная спектроскопия алюминиевых сплавов.....	241
КОРОЛЁВ А. О. Унификация систем пожарной автоматики...	242
ПРОТАСЕНЯ Т. А. Определение температуры стеклования битума методом динамического индентирования.....	243
СТАРОВОЙТОВА Н. А. Методы контроля качества плазменных покрытий. Особенности применения ультразвукового метода.....	244
ШЕВЧУК И. М., СЕВЕРИН А. П. Измерение глюкозы в крови с помощью осмотического метода.....	245
ШИЛОВА И. В. Многоэлементный волоконно-оптический датчик избыточного давления.....	246
ЯЗНЕВИЧ А. М. Применение термографии при исследовании полос деформации арматурных стержней.....	247
Секция 10. Социально-экономические проблемы развития общества	
АНТИПОВА А. А. Тенденции развития венчурного бизнеса в Беларуси.....	248
БОНДАРЕВА Ю. П. Действующие ограничения на обращение ценных бумаг в Республике Беларусь.....	249
БОНДАРЕНКО Ю. П. Оценка биржевого и внебиржевого рынка ценных бумаг Могилевской области за первое полугодие 2011 года.....	250
ВАТЧЕНКО А. А., УРБАНОВИЧ Е. А. Экология пожаров.....	251
ВАТЧЕНКО А. А., УРБАНОВИЧ Е. А. Специфика ликвидации очагов возгорания на радиационно-загрязненных территориях.....	252
ВОЛКОВА О. В. Проблемы развития эффективного рынка труда в Республике Беларусь.....	254
ГАПЕЕВА-СЕРГЕЙЧИК О. О. Проблемы внедрения инноваций на предприятиях промышленности.....	255
ДУБИНИНА А. П. Проблема личности в современном мире. Кризис идентичности.....	256
КЛИМОВА Л. А., ЛУЦЕЕВА А. И. Критерии оценки поставщиков.....	257
КЛИМОВА Л. А., ЛУЦЕЕВА А. И. Выбор поставщиков для предприятия.....	258
КРИВЕНКОВА И. В. Стимулирование экспорта высокотехнологичных товаров Республики Беларусь.....	259
КУРОЧКИН Д. В. Анализ современных концепций контроллинга.....	260

технологическое приспособление для бездеформационного закрепления гильз и втулок [11–14].

Представленный на рис. 2 раскатник содержит следующие основные элементы: оправку 1, деформирующие шары 2, установленные в кольцевой камере 3, диски 4, 5 из немагнитопроводного материала, магнитную систему, в состав которой входят источники магнитного поля 6 в виде электро- или постоянных магнитов, цилиндрический держатель 7 и магнитопроводы 8. Источники магнитного поля 6 установлены в цилиндрическом держателе 7 с равномерным угловым шагом и последовательным чередованием полюсов N и S. Стакан 9 предусмотрен для закрепления оправки 1 инструмента в шпинделе станка.

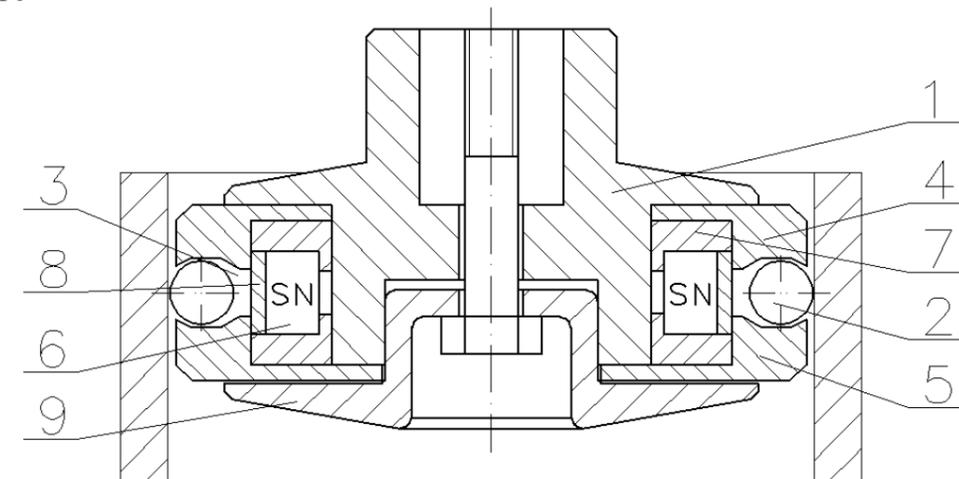


Рис. 2. Магнитно-динамический раскатник

Магнитная система раскатников имеет пластинчатые или цилиндрические постоянные магниты, либо состоит из постоянного кольцевого магнита осевой намагниченности и кольцевых магнитопроводов со встречно направленными торцовыми зубьями.

Предложены аналитические зависимости для выбора основных конструктивных параметров магнитной системы инструмента.

В работе представлены результаты комплексных исследований по выявлению технологических возможностей разработанного метода. Исследована шероховатость формируемой поверхности и выполнена оптимизация режимов упрочняющей обработки.

Установлено, что наибольшее влияние на шероховатость поверхности оказывают угловая скорость вращения источников магнитного поля, сила магнитного взаимодействия деформирующего шара с источником магнитного поля. В меньшей степени на шероховатость влияют осевая подача инструмента и твердость обрабатываемой заготовки.

Автором уточнена математическая модель взаимодействия деформирующего шара с исходными микронеровностями детали и получены ана-

литические зависимости для расчета величины шероховатости упроченной поверхности.

Объединение математических моделей магнитно-динамического раскатывания и взаимодействия деформирующего шара с исходными микронеровностями детали дало возможность разработать компьютерную программу, позволяющую на стадии проектирования операции отделочной обработки прогнозировать шероховатость упроченной поверхности в зависимости от значений технологических режимов и конструктивных параметров инструмента. Совпадение прогнозируемых значений шероховатости с экспериментальными данными шероховатости поверхности, упроченной методом магнитно-динамического раскатывания, подтверждает адекватность разработанных моделей.

Проведены исследования микроструктуры поверхностного слоя детали, эксплуатационных свойств упроченных поверхностей, шумовых и точностных характеристик разработанного метода, стойкости деформирующих шаров раскатников.

Метод магнитно-динамического раскатывания позволяет осуществлять отделочно-упрочняющую обработку отверстий деталей из различных материалов с поверхностной твердостью до 62 HRC, с подачей инструмента 20–500 мм/мин, частотой вращения инструмента 100–4000 мин⁻¹ и обеспечивает:

- снижение шероховатости поверхности по параметру Ra с 6,3–3,2 до 0,6–0,2 мкм;
- повышение производительности процесса упрочнения в 2–5 раз по сравнению с виброобкатыванием алмазным выглаживателем;
- увеличение размера отверстия детали в пределах величины исходной шероховатости и сохранение исходного качества точности обработки отверстий стальных деталей, полученного чистовым растачиванием;
- формирование в поверхностном слое металла наноразмерной субзеренной структуры, увеличение плотности дислокаций до 14,5 %, создание остаточных напряжений сжатия до -158 МПа (после упрочняющей обработки деталей из стали 45 (42–44 HRC)).

Метод магнитно-динамического упрочнения и раскатник для его осуществления внедрены на УЧПП «Стройремавто» (г. Могилев).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Папшев, Д. Д. Отделочно-упрочняющая обработка поверхностным пластическим деформированием / Д. Д. Папшев. – М. : Машиностроение, 1978. – 152 с.

реализация алгоритма на основе метода наименьших квадратов в САУ с прогнозом.....	221
НАСИБУЛЛИН Р. Т., САРИМОВ Л. Р. Применение электрического разряда в получении ферромагнитного порошка....	222
ОРЛОВА Т. В., КУЗНЕЦОВ Р. А. Автоматизация обработки измерений в процессах статистического регулирования на примере автотранспорта.....	223
ОСАДЧИЙ И. А. лазерный трехосевой виброметр.....	224
ПАСИКУНОВ Н. В., БЕЛОУСОВ А. В. Обнаружение дефектов обмоток возбуждения синхронных генераторов.....	225
ПЕТРОВ А. А. Самонастраивающаяся инвариантная система управления лазер-роботом.....	226
ПОДОБЕД М. Ю. Использование нескольких информационных каналов для повышения точности позиционирования.....	227
ПОТАНИН Ю. С., АБУ МАХВУЗ АХМАД. Компенсация возмущений в многокоординатных приводах введением перекрестных связей.....	228
ПУЦКО Т. В., АШИРОВА Н. А., ГОСПОДАРИК А. Н., ЛИХАВИЦКИЙ В. В. Влияние параметров электрических исполнительных механизмов на оптимальные настройки регулятора	229
СВЕТИКОВ А. Н. Гибридная система обеспечения инвариантности в позиционных электроприводах роботов.....	230
СКОП В. П., КИШ О. И. Диагностика дефектов обмоток синхронных генераторов автономных источников питания.....б	231
СУХОДОЛОВ К. Ю., БЕЛОУСОВ Е. А. Контроль обмоток электрических машин с использованием резонансных эффектов.....	232
СУХОДОЛОВ К. Ю., БЕЛОУСОВ Е. А. Автоматизация диагностики дефектов обмоток электрических машин.....	233
СУХОРУКОВА И. Г. Нелинейный ПИД-закон регулирования	234
ЯКИМОВ Е. А. О методе извлечения полезной информации из последовательностей данных.....	235
ЯКОВЕНКО А. Е. Низкооборотные вентильно-индукторные двигатели большой мощности для безредукторного электропривода	236

Секция 9. Методы и приборы контроля качества

АСАДЧАЯ М. В., СЕРГЕЕВА О. С., САДОВСКИЙ С. В. Отражение упругих мод от поверхности с различными граничными условиями.....	237
БОГОСЛАВ Н. М. Электрокинетический преобразователь для дисперсных систем.....	239
ГНУТЕНКО Е. В. Особенности динамического метода	

вторичного сырья текстильной промышленности в отделочных материалах.....	202
ТИМОФЕЕВ С. А. Пути улучшения качества асфальтобетонов для устройства нижних слоев дорожных покрытий автомобильных дорог.....	203
ХАТКЕВИЧ А. М. Определение коэффициента объемного армирования.....	204
ШАРОЙКИНА Е. А. Измельчение материала.....	205
ЯЦУК В. А. Экспериментальные исследования работы элементов из древесины сплошного поперечного сечения на изгиб	206

Секция 8. Автоматизация и электропривод

БОЛОТОВ С. В., ТРУХАЧЕВ Ф. М., ЧЕРКАСОВА И. А. Методика сквозного проектирования электронных устройств средствами NATIONAL INSTRUMENTS.....	207
БОРЧИК Е. М., СТЕПАНОВ А. И., ДОРОНЬКИН А. В. Определение оптимального технологического процесса производства готовой ткани.....	208
БОРЧИК Е. М. Построение модели распределения выборочных данных на основе семейств распределений Пирсона и Нешитого...	209
БЫКОВ Е. А. Электромеханическая трансмиссия карьерного самосвала БелАЗ на базе индукторных машин.....	210
ВИШНЕРЕВСКИЙ В. Т. К вопросу о применении полосно-заграждающих фильтров в системах управления электроприводами с распределенными параметрами механической части.....	211
КОЛЧИН Е. В. Электропривод на базе многофазных двигателей для электрической трансмиссии средств подвижности..	212
КОЛЫГИН А. Н. О поддержке принятия решений по результатам диагностирования мехатронных систем.....	213
КОНОНЫХИНА Н. А., РЯБОВ Е. И. Диагностирование регуляторов приводов с использованием нейросетей.....	214
КОРНЕЕВ А. П. Стенд для исследования систем с распределенными параметрами.....	215
КОРОЛЕНКО Т. С., МАРМОЗОВА О. С. Мобильный энергетический комплекс.....	217
ЛАПЕТО А. В. Применение теории вложения для синтеза систем автоматического управления с запаздыванием.....	218
ЛЁВКИН М. В. Использование барабанно-бильного аппарата при уборке льна.....	219
ЛЕВЧУК В. А. Обмолачивающее устройство в линии первичной переработки льна фирмы «Van Dommele».....	220
ЛИПАТОВ Н. Р., АБУ МАХВУЗ АХМАД. Программная	

2. **Смелянский, В. М.** Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием / В. М. Смелянский. – М.: Машиностроение, 2002. – 300 с.

3. **Олейник, Н. В.** Поверхностное динамическое упрочнение деталей машин / Н. В. Олейник, В. П. Кычин, А. Л. Луговской. – Киев : Техника, 1984. – 151 с., ил.

4. **Шнейдер, Ю. Г.** Эксплуатационные свойства деталей с регулярным рельефом / Ю. Г. Шнейдер. – Л.: Машиностроение, 1982. – 246 с.

5. **Ящерицин, П. И.** Упрочняющая обработка нежестких деталей в машиностроении / П. И. Ящерицин, А. П. Минаков. – Минск : Наука и техника, 1986. – 215 с.

6. **Ящерицин, П. И.** Технологические основы пневмовибродинамической обработки нежестких деталей / П. И. Ящерицин, А. П. Минаков, А. А. Бунос. – Минск : Наука и техника, 1995. – 304 с.

7. **Шнейдер, Ю. Г.** Инструменты для чистовой обработки металлов давлением / Ю. Г. Шнейдер. – Л. : Машиностроение, 1971. – 248 с.

8. **Довгалев, А. М.** Классификация инструментов для магнитно-динамического упрочнения / А. М. Довгалев, Д. М. Свирепа, Д. М. Рыжанков // Вестник Белорус.-Рос. ун-та. – 2008. – №2. – С. 25–32.

9. **Довгалев, А. М.** Инструменты для магнитно-динамического упрочнения поверхностей деталей машин / А. М. Довгалев [и др.] // Вестник БГТУ. – 2009. – № 4. – с.94–97.

10. **Довгалев, А. М.** Математическое моделирование процесса магнитно-динамического раскатывания / А. М. Довгалев, И. И. Маковецкий, Д. М. Свирепа // Вестник Брестского государственного техн. ун-та. – 2010. №4. – с. 26–30.

11. **Пат. 10065 РБ**, МПК В 24В 39/02. Устройство для отделочно-упрочняющей обработки / А. М. Довгалев, Д. М. Свирепа, Д. М. Рыжанков; заявитель и патентообладатель Белорус.-Рос. ун-т. – № а20050604; заявл. 16.06.2005; опубл. 30.12.2007.

12. **Пат. 10188 РБ**, МПК В 24В 39/00. Инструмент для отделочно-упрочняющей обработки / А. М. Довгалев, Д. М. Свирепа, Д. М. Рыжанков; заявитель и патентообладатель Белорус.-Рос. ун-т. – № а20050605; заявл. 16.06.2005; опубл. 28.02.2008.

13. **Пат. 11531 РБ**, МПК В 24В 39/00. Инструмент для отделочно-упрочняющей обработки / А.М. Довгалев, Д.М. Свирепа, Д.М. Рыжанков; заявитель и патентообладатель Белорус.-Рос. ун-т. – № а20060637; заявл. 27.06.2006; опубл. 28.02.2008.

14. **Пат. 11536 РБ**, МПК В 24В 39/00. Инструмент для отделочно-упрочняющей обработки / А. М. Довгалев, Д. М. Рыжанков, Д. М. Свирепа; заявитель и патентообладатель Белорус.-Рос. ун-т. – № а20060760; заявл. 20.07.2006; опубл. 28.02.2009.

М. Н. МИРОНОВА

Научный руководитель В. М. ПАШКЕВИЧ, д-р техн. наук, доц.

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Обеспечение точности механической обработки с использованием лезвийного инструмента представляет собой одну из основных задач технологии машиностроения. Решение этой задачи логически связано с проблемой поиска оптимального решения (выбора оптимальных режимов обработки, оптимальной структуры технологических операций и переходов, оптимальной конструкции технологической оснастки).

К сожалению, существующие методы обеспечения точности и оптимизации технологических процессов не в полной мере учитывают текущее состояние технологического оборудования, а также функциональные взаимосвязи между параметрами обработки. Альтернативу таким подходам могли бы составить подходы, базирующиеся на технологиях искусственного интеллекта - технологиях функциональных семантических сетей, которые с учетом функциональных взаимосвязей между параметрами обработки могут обеспечить повышение ее точности на 20–50 %.

Функциональная семантическая сеть, представляет собой в общем случае двудольный граф, состоящий из двух типов вершин. Первый тип представляет параметры рассчитываемых задач, в том числе исходные данные. Второй тип вершин описывает отношения, определяющие функциональные зависимости между параметрами сети [1].

Функциональная семантическая сеть для управления точностью обработки концевым инструментом представлена на рис. 1.

Следует отметить, что функциональная семантическая сеть является неориентированным графом, так как только при постановке задачи станет известно какие параметры отношений сети окажутся входными, а какие – выходными [2].

При традиционном решении задач на функциональной семантической сети определяются минимально замкнутые подсистемы отношений, у которых выявляются входные и выходные параметры, что приводит к преобразованию отношений в соответствующие функции. В результате этого происходит формирование цепочек функций и преобразование неориентированного двудольного графа отношений в ориентированные графы решения задач.

КОЗУНОВА О. В., СИГАЙ Е. А. Влияние неравномерности разбивочных сеток на напряженно-деформированное состояние упругого основания под балочной плитой.....	184
КРИВИЦКИЙ П. В. К оценке прочности наклонных сечений предварительно напряженных балок с полого отогнутой арматурой	185
КУЛИНА Л. О., БУКО А. Н. Оптимизация качественных характеристик доломитового щебня.....	186
ЛАГУНОВИЧ П. Г. Устройства для изготовления брикетов...	187
ЛАТУН Т. С., АМЕЛИН Е. М., ЦЫГАНКОВ К. В. Технология устройства бескаркасных гипсокартонных перегородок.....	188
ЛАТУН Т. С., АМЕЛИН Е. М., ЦЫГАНКОВ К. В., Способы установки хомутов на железобетонные колонны.....	189
ЛЕОНОВИЧ А. А. Анализ изменения параметров суточного распределения осадков за многолетний период.....	190
МАСЛОВА О. Г. Оценка коррозионного состояния бетона и стальной арматуры.....	191
МЕЛЬНИКОВА И. С. Влияние температурного режима Республики Беларусь на образование дефектов дорожных покрытий	192
МЕЛЬЯНЦОВА И. И. Восстановление эксплуатационных качеств железобетонных колонн при помощи стальной обоймы.....	193
ОСАДОВСКИЙ А. Л. Несъемная опалубка для устройства пролетных строений мостов.....	194
ПАХОЛЬЧУК А. Н. Относительное изменение объема и границы образования продольных микротрещин отрыва в бетоне при кратковременном сжатии после длительного растяжения различной интенсивности.....	195
ПАХОЛЬЧУК А. Н., АНТОНЮК П. Ю., ЛОЗОВИЦКИЙ А. В. Измерения прочности и деформативности бетона при действии длительных малоцикловых нагружениях.....	196
ПОЗНЯК А. И. Проблемы получения облицовочных керамических плиток сниженной материалоемкости.....	197
ПОЛЯНОВСКАЯ Е. Е. Определение базовой длины анкеровки в бетоне арматуры серповидного профиля.....	198
СЕМЕНЮК Е. Я. Специфика деформирования грунтов подтопляемых территорий.....	199
СЕМЕНЮК Е. Я., ГАЛЮЖИН Е. А., КОЗЛОВ А. Н. Теплоизоляционный материал с использованием отходов пенополиуретана.....	200
СИГАЙ Е. А., ВРУБЛЕВСКАЯ В. В. Исследование напряженно-деформированного состояния композиционного блока при помощи компьютерной программы ANSYS.....	201
СЛАВИНСКАЯ М. А. Анализ эффективности использования	

изменение коэффициентов поперечных деформаций и деформаций сдвига при кратковременном сжатии.....	163
БАКАНОВ М. О. Особенности нанесения стекловидных покрытий на пеностекло.....	164
БОЛОШЕНКО Ю. Г. Влияние малоциклового нагружения на прочность изгибаемых железобетонных элементов, усиленных наращиванием сжатой зоны.....	165
БОЛОШЕНКО Ю. Г. Определение нижнего и верхнего пределов микротрещинообразования для бетонов разных видов...	166
ВАСИЛЬЕВ А. А., КОЗУНОВА О. В., СИГАЙ Е. А. Исследование напряженно-деформированного состояния блока стенового трехслойного с гибкими связями с использованием вариационно-разностного подхода.....	167
ДЕРМАН Е. И. Роторная мельница для измельчения различных отходов.....	168
ДИМИТРИАДИ Н. П. Капитальный ремонт совмещенных рулонных кровель с применением вспученного пенополиуретана в условиях строительной площадки.....	169
ДОВБАКА О. Н. Экспериментальные исследования кососжимаемых железобетонных элементов при действии малоцикловых нагрузок в реальном режиме эксплуатации.....	170
ДУДЕНКО Т. А. Методика определения напряженно-деформированного состояния и прочности поврежденных кососжатых железобетонных элементов.....	171
ЖДАНОВ Д. А. Влияние учета деформированной геометрии на усилия и деформации пологих гибких арок.....	173
ЖУКЪЯН П. П. Усиление наращиванием железобетонных плит перекрытия, опертых по контуру.....	174
ЗДИТОВЕЦ Е. И., ЕВТУХОВА Е. В. Оценка поврежденности железобетонных элементов, эксплуатирующихся в условиях агрессивности среды сельскохозяйственных помещений.....	175
ИВАНОВ В. А. Огнезащита деревянных конструкций.....	176
ИГНАТОВ А. Ю. Об оценке эффективности подкрепления тонкостенных ребристых цилиндрических покрытий.....	177
ИГНАТОВ С. В. Закономерности изменения водопроницаемости моренных грунтов.....	180
КАЛИТА А. В. К расчету деревянных элементов стропильной системы по отечественным нормам проектирования и Еврокодам..	181
КАРПЕНКО С. В. Неосесимметричное деформирование круговой пластины в своей плоскости.....	182
КОЗЕЛ А. Н. Механические стыковые соединения стержневой арматуры в железобетонных конструкциях.....	183

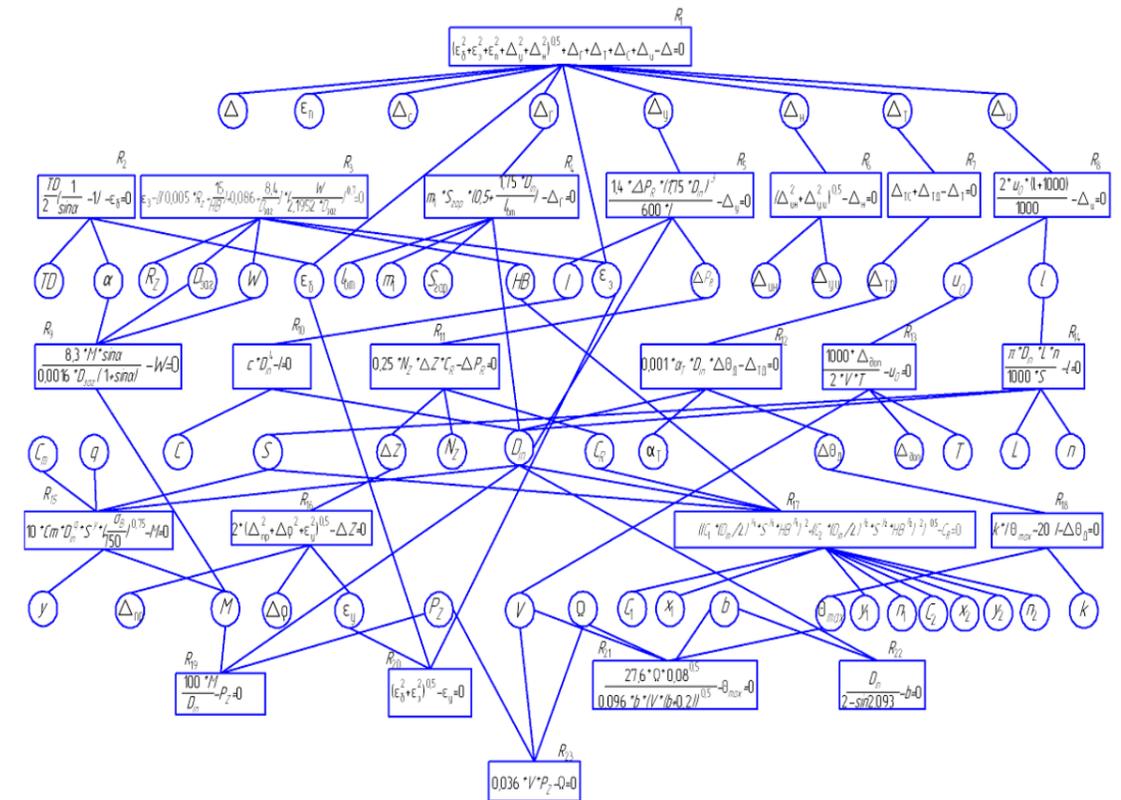


Рис. 1. Функциональная семантическая сеть для управления точностью обработки концевым инструментом

При этом для каждой поставленной задачи определяется своя минимально замкнутая подсистема отношений и формируется своя цепочка функций, что обеспечивает возможность использования этого алгоритма в компьютерных программах, выполняющих расчет точности механической обработки.

Установлено, что такой подход может быть использован, как правило, при однофакторной оптимизации. В силу сложности пространства поиска и в связи с возникновением, так называемых стыков, вилок и циклов, линейный алгоритм не может быть применен к решению задач многофакторной оптимизации [3].

Рассмотрим решение задачи многофакторной оптимизации на основе использования алгоритма случайного поиска с возвратом.

В общем случае задача обеспечения точности на основе использования функциональной семантической сети сводится к задаче многокритериальной оптимизации:

$$\begin{cases} T - \Delta_{\Sigma}(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n) \rightarrow \max; \\ \pi_i \in \{R_i\}, \end{cases}$$

где T – допуск на обработку, мм; Δ_{Σ} – суммарная погрешность обработки, мм; π_i – параметры технологического процесса и технологической оснастки; $\{R_i\}$ – область ограничений оптимизируемых параметров.

При использовании случайного поиска с возвратом, решение этой задачи может быть сведено к решению случайной последовательности задач однофакторной оптимизации. Алгоритм случайного поиска с возвратом для случая поиска максимума целевой функции проиллюстрирован на рис. 2.

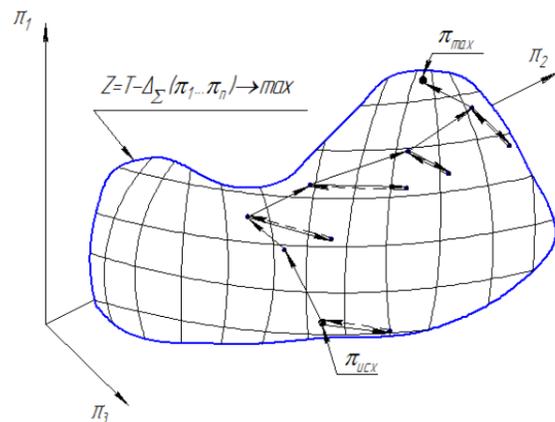


Рис. 2. Алгоритм оптимизации (случайный поиск с возвратом)

В данном алгоритме поиск значений n переменных $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n$, доставляющих экстремум функции $\Delta_{\Sigma}(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n)$ при условиях $\pi_{i\max} \leq \pi_i \leq \pi_{i\min}$ начинается из исходной точки $X_{исх}(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n)$, в которой определяется значение целевой функции $\Delta_{\Sigma}(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n) = \Delta_{\Sigma_{исх}}(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n)$.

При этом из n переменных $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n$ выбирается какая-то одна, например π_1 , значения же остальных остаются фиксированными.

Далее осуществляется переход от исходной к новой допустимой точке $X_1(\pi_{1(k+1)}, \pi_2, \dots, \pi_n)$, и для нее оценивается значение целевой функции $\Delta_{\Sigma}(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n) = \Delta_{\Sigma_1}(\pi_{1(k+1)}, \pi_2, \dots, \pi_n)$, которое сравнивается со значением $\Delta_{\Sigma}(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n) = \Delta_{\Sigma_{исх}}(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n)$, найденным предварительно в $X_{исх}(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n)$.

Переход к новой точке осуществляется в соответствии с зависимостью

$$X_1(\pi_{1(k+1)}, \pi_2, \dots, \pi_n) = X_1(\pi_{1k} \pm a_k r, \pi_2, \dots, \pi_n),$$

где a_k – величина k -го шага, определяемая случайным образом; r_k – единичный вектор, в направлении которого производится этот шаг.

Если оказывается, что значение целевой функции улучшилось, т.е.

ГЕРМАНОВИЧ А. О. Выбор мощности автономного двигателя рубильной машины.....	145
ГЛАДКИЙ С. А., РОМАНОВСКИЙ Ю. О. Применение дизельного биотоплива для легковых автомобилей.....	146
ГОЛЯКЕВИЧ С. А. Экспериментальные исследования нагруженности несущей конструкции форвардера при выполнении погрузочных и транспортных операций.....	147
ДЕНИСОВ Ив. В. Структурная надежность тормозной системы автомобиля ВАЗ-21703.....	148
ДЕНИСОВ Ив. В. Результаты исследования эксплуатационной надежности тормозной системы автомобиля ВАЗ-21703.....	149
ДЕНИСОВ Ил. В. Приоритетные направления обеспечения безопасности перевозок автомобильным транспортом.....	150
КВЕТЕНЬ В. М. Способ погрузки длинномерных грузов на лесовозный транспорт.....	151
КВЕТЕНЬ В. М. Взаимодействие погрузочного устройства с предметом труда.....	152
КОЗАЧОК Д. А. Совершенствование методов решения задач управления запасами на автомобильном транспорте.....	153
КОРОЛЕНКО Д. С., КОРОЛЕНКО А. С., МАЛЫШКИН П. Ю. Изменение технико-экономических и экологических показателей трактора с применением подачи пара на впуске.....	154
МАЛЫШКИН П. Ю. Влияние отработавших газов дизелей на окружающую среду.....	155
МИХАЛКОВ В. В. Автомобиль-самосвал МАЗ сельскохозяйственной модификации.....	156
МИШУЛИН Е. Ю. Программная реализация системы диагностирования двигателя и шасси транспортного средства.....	157
МРОЧЕК Т. В., ТАРАСИК В. П., МРОЧЕК В. И. Совершенствование гидроусилителя рулевого управления мобильной машины и средств его испытаний.....	158
СКАДОРВА А. Ф. Диагностирование фрикционных муфт тракторных коробок передач с гидроприводом.....	159
СТРАЧУК И. В. Предпосылки формирования индивидуальной системы обеспечения работоспособности автомобилей.....	160

Секция 7. Инновации в строительстве

АВСЕЕНКО А. В. Анализ применения приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла удаленного воздуха в зданиях...	161
АДАРЧЕНКО Е. О. Модель карбонизации бетона в агрессивной среде.....	162
АНТОНЮК П. Ю. Влияние длительного растяжения на	

Секция 5. Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование

БОРИСОВ А. Л. Центробежная очистка масла в режущем аппарате мелиоративной многороторной косилки.....	128
ГАВРУНОВ А. Ю. Новая конструкция вибровращательной мельницы.....	129
ДЕГТЯРЕВА Е. Г., МАКАЦАРИЯ Д. Ю. Перспективы внедрения современных технологий ремонта асфальтобетонных покрытий дорог.....	131
ДОБРОВОЛЬСКИЙ Ю. К. Повышение эффективности дезинтеграторных переделов в технологиях производства строительных материалов.....	132
КУРОЧКИН Н. В. Интенсификация процессов тонкого грохочения влажных материалов.....	133
КУТУЗОВА Е. В. Влияние выходных параметров строительных и дорожных машин на основные технико-экономические показатели на этапе эксплуатации их жизненного цикла.....	134
ЛУКАШКОВ Н. Н. Определение тяговых свойств пневматической шины с использованием теории подпорных стенок	135
МАКАЦАРИЯ Д. Ю. Сравнение использования различных комплектов машин для ремонта дорожного покрытия.....	136
НАУМЕНКО А. Е. Проектирование систем подогрева рабочей жидкости гидросистемы строительно-дорожной машины.....	137
РУБЕЦ С. Г. Экспериментальные исследования по определению мощности, затрачиваемой на срезание кустарниковой растительности роторной косилкой.....	138
СИВАЧЕНКО Т. Л. Силовой анализ штифтовых мельниц.....	139
ШАМБАЛОВА М. Г. Моделирование кинематики привода при наличии единичных дефектов зубьев.....	140
ЩЕРБАКОВА О. К. Сопротивление повороту колеса на месте поворота.....	141
ЩЕРБАКОВА О. К. Об устойчивости тракторного агрегата на повороте.....	142

Секция 6. Проектирование, производство и эксплуатация автомобильного транспорта

АРЕФЬЕВ Е. В., ОРЛОВА Т. В. Объективные факторы создания систем обеспечения качества автотранспортных предприятий.....	143
ГЕРМАНОВИЧ А. О. Обоснование положения рубильного модуля с учетом влияния вибрации на оператора рубильной машины.....	144

$\Delta_{\Sigma 1}(\pi_{1(k+1)}, \pi_2, \dots, \pi_n) > \Delta_{\Sigma_{\text{исх}}}(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n)$, то переход из $X_{\text{исх}}(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n)$ в $X_1(\pi_{1(k+1)}, \pi_2, \dots, \pi_n)$ фиксируется, после чего $X_1(\pi_{1(k+1)}, \pi_2, \dots, \pi_n)$ становится новой стартовой точкой для поиска.

В том случае, если решение ухудшилось, т.е. $\Delta_{\Sigma 1}(\pi_{1(k+1)}, \pi_2, \dots, \pi_n) < \Delta_{\Sigma_{\text{исх}}}(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n)$, осуществляется возврат в исходную точку.

В дальнейшем в качестве пробных точек выбираются точки, в которых изменяются другие переменные - π_2, \dots, π_n . Применительно к ним процедура поиска повторяется. Так продолжается до тех пор, пока не будет найдена точка глобального экстремума $X(\pi_1^*, \pi_2^*, \dots, \pi_n^*)$, или когда будет выполнено условие останова поиска (например, в течение нескольких попыток решение изменяется незначительно).

Таким образом, сущность метода заключается в переходе из начальной точки в новую допустимую точку, в которой значение целевой функции лучше, чем в исходной. Этот процесс продолжается до тех пор, пока сохраняется возможность улучшения целевой функции. Каждый шаг решения основан здесь на двух операциях – выборе подходящего направления, двигаясь в котором можно достичь лучших $\Delta_{\Sigma}(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n)$, а также оценке случайной величины перемещения.

В этом случае алгоритм может быть задан соотношениями

$$X(\pi_1, \dots, \pi_{ik}, \dots, \pi_n) = \begin{cases} X(\pi_1, \dots, \pi_{i(k-1)}, \dots, \pi_n), & \text{если } \Delta_{\Sigma}(\pi_1, \dots, \pi_{i(k-1)}, \dots, \pi_n) < \Delta_{\Sigma}(\pi_1, \dots, \pi_{ik}, \dots, \pi_n), \\ X(\pi_1, \dots, \pi_{ik}, \dots, \pi_n), & \text{если } \Delta_{\Sigma}(\pi_1, \dots, \pi_{ik}, \dots, \pi_n) \leq \Delta_{\Sigma}(\pi_1, \dots, \pi_{i(k-1)}, \dots, \pi_n). \end{cases}$$

Для практической реализации описанного подхода была создана интеллектуальная система, осуществляющая управление точностью механической обработки [4]. Эта система обладает существенным преимуществом по сравнению с традиционными программами, так как для неё четкий алгоритм решения не требуется и не строится, а формируется самостоятельно.

Рассмотрим решение задачи, определяющей оптимальную скорость резания, при которой выполнялось бы условие обеспечения точности обработки отверстия. Исходными данными для этой задачи являются: суммарная погрешность обработки $\Delta=150$ мкм; погрешность настройки станка на выдерживаемый размер $\Delta_n=80$ мкм; погрешность обработки, обусловленная температурными деформациями $\Delta_T=10$ мкм; погрешность станка $\Delta_c=14$ мкм; погрешность приспособления $\varepsilon_n=10$ мкм; угол призмы $\alpha=45^0$; допуск базовой поверхности заготовки $T_D=100$ мкм; параметр шероховатости поверхности заготовки $Rz=40$; твердость материала заготовки по Бринеллю $190 HB$; диаметр заготовки $D_{\text{заг}}=50$ мм; диаметр инструмента $D_m=20$ мм; подача инструмента $S=0,14$ мм/об; минимальный гарантиро-

ванный зазор посадки “втулка – инструмент” $S_{zap}=20$ мкм; высота кондукторной втулки $l_{gm}=25$ мм; длина обработки $L=10$ мм; длина контакта заготовки и приспособления $L_k=100$ мм; количество деталей в настроечной партии, обрабатываемой в период между подналадками станка $N=100$; сила закрепления заготовки $W=12030$ Н; стойкость инструмента $T=45$ мин.

В процессе решения задачи происходит формирование цепочки функций и преобразование неориентированного двудольного графа отношений, представляющего собой функциональную семантическую сеть, в ориентированный граф решения задач (рис. 3), в котором вершины-кружки являются параметрами обработки, а вершины-прямоугольники содержат функции, в которые отношения между параметрами были преобразованы.

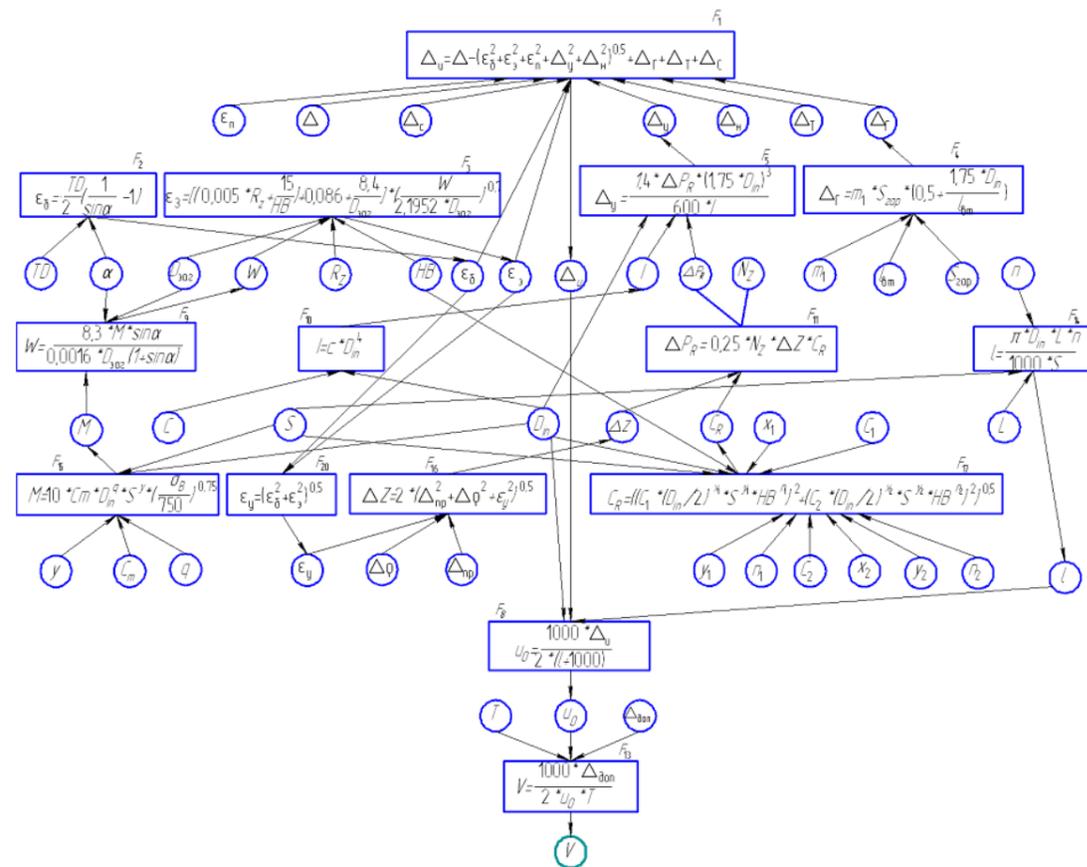


Рис. 3. Ориентированный граф решения задачи

Так, при приведенных исходных данных на основе методики традиционного решения задачи с использованием справочных данных была предложена скорость резания, при которой обеспечивается заданная точность обработки концевым инструментом, равная 10,62 м/мин. При этом погрешность обработки составила $\Delta_{\Sigma}=150$ мкм.

В то же время, с использованием описанного метода случайного по-

ХОРТ А. А. Керамические чувствительные покрытия для газоанализаторов..... 111
 ЧИНЬ Н. Х., ЛЭ ТХИ КИМ АНЬ. Исследование процессов образования А10 при последовательном воздействии сдвоенных лазерных импульсов на поверхность алюминия..... 112
 ШАКИРОВА Г. Ю. Влияние концентрированного потока энергии на процесс распыления углеродистой стали..... 113
 ЮРЧАК А. Н., ТКАЧЕНКО И. В., МУСИК А. А. Современное состояние и перспективы развития электрошлакового переплава... 114

Секция 4. Новые технологии в сварочном производстве

БЕНДИК Т. И. Решение задач устойчивости листовых конструкций на основе метода конечных элементов..... 115
 БОЛОТОВ С. В., КУРЛОВИЧ И. В., БАНСЮКОВА Е. Л. Модернизация конденсаторной машины для контактной точечной сварки..... 116
 ИГНАТОВА Е. В. Сравнительная характеристика нахлесточных и стыковых паяных соединений с накладками..... 117
 ИЛЬЯСОВ Т. Р., ГИМАТДИНОВ Э. А. Применение электрической дуги обратной полярности для плазменной сварки цветных металлов..... 118
 КИРЕЕВ П. В. Возможность участия атомарных газов, образующихся в процессе сварки, в возгорании материалов..... 119
 КОРОТЕЕВ А. О. Исследование влияния параметров режима сварки и состава защитной газовой смеси на геометрические характеристики сварного шва при сварке в среде Ar+CO2..... 121
 ЛИПКОВА А. В. Свойства пламени при сгорании газа МАФ (метилацетилен-алленовая фракция) в смеси с кислородом..... 122
 ЛУПАЧЁВ А. В. Допустимая ширина зоны повреждения цинкового покрытия сваркой для сохранения анодной защиты.... 123
 МЕЛЬНИК М. В. Причины остаточного магнетизма металлоконструкций..... 124
 ПОЛЯКОВ А. Ю., МИХАЙЛОВА Н. М. О внешнем управлении параметрами режима контактной рельефной сварки... 125
 ФУРМАНОВ С. М., ЛЯЛИХОВ С. И. О кинетике формирования и выборе параметров режима рельефной сварки ступенчатых соединений..... 126
 ЦУМАРЕВ Е. Н. Влияние формы сварной точки на распределение рабочих напряжений в соединении..... 127

НАСОНОВА Д. И. Электрохимическое осаждение на алюминий, структура и свойства композиционных покрытий Cu-SnO ₂	91
НОВИКОВ В. В., ГУТЕВ А. П. Получение биметаллической отливки «высокопрочный чугун-эвтектический силумин с высокодисперсной микроструктурой».....	92
ОНЫСЬКО С. Р. Повышение износостойкости штамповой оснастки с использованием циркониевого покрытия.....	93
ПАВЛЮКЕВИЧ Ю. Г., ГУСАК Ю. О. Технологические аспекты варки стекол на основе отходов стекольного производства	94
ПАСОВЕЦ В. Н. Технология получения износостойких покрытий для узлов трения машин и механизмов.....	95
ПАТАПОВИЧ М. П. Модификация поверхности алюминиевых сплавов при их обработке сдвоенными лазерными импульсами....	96
ПАТАПОВИЧ М. П. Процессы образования наночастиц и фракталов на поверхности стекла при абляции металлической мишени сдвоенными лазерными импульсами.....	97
ПОДОБЕД М. Ю., ДРОЗДОВ П. А. Установка для исследования деформации многослойных элементов.....	98
ПОПОВ Р. Ю. Использование отечественного минерального сырья для получения керамики технического назначения.....	99
СТЕЛЬМАХ Т. С., МАТЫС В. Г., ПОПЛАВСКИЙ В. В. Ионно-лучевое формирование коррозионно-стойких покрытий на алюминии и алюминиевом сплаве.....	100
СТРОГОВА А. С., СТРОГОВА Н. С. Структура и фазовый состав системы каменный уголь-кремний модифицированной механоактивацией.....	101
ТРУСОВА Е. Е. Фотокаталитически активные материалы на основе CeO ₂ -TiO ₂ системы, полученные золь-гель технологией.....	102
ТРУСОВА Е. Е., ЯРОШЕВИЧ И. Н. Разработка легкоплавких стекол для светопреобразующих покрытий.....	104
УЛАСЕВИЧ С. А., МУССКАЯ О. Н., КРУТЬКО В. К. Получение кальцийфосфатных покрытий на титане.....	105
УЛЬЯНОВ Н. И. Метод синтеза адаптивной системы управления процессом брагоректификации.....	106
ФЕДОСЕНКО А. С. Порошковые материалы системы Fe-Al и газотермические покрытия из них.....	107
ФОМЧЕНКО М. М. Разработка пояса пожарного спасательного для органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям.....	108
ХОРТ А. А. Керамические сегнетоэлектрические материалы на основе титаната бария.....	110

иска с возвратом была найдена оптимальная скорость резания, равная 125,6 м/мин, при которой обеспечивается наименьшая возможная погрешность обработки концевым инструментом ($\Delta_{\Sigma}=128,762$ мкм). Таким образом, по сравнению с существующим методом, погрешность была снижена на 21,238 мкм, и, соответственно, точность обработки была повышена на 14 %.

Данный результат связан с тем, что использование многокритериальной оптимизации на базе функциональных семантических сетей и алгоритма случайного поиска позволяет учесть фактическое состояние технологического оборудования и за счет этого позволяет повысить точность механической обработки.

Применение описанного подхода, включающего использование функциональных семантических сетей и алгоритма случайного поиска с возвратом, дает возможность успешно решать задачи, связанные с выбором оптимальных параметров механической обработки концевым инструментом, а также расчетом оптимальных параметров применяемой технологической оснастки.

При этом достигаемый результат не связан с использованием какой-либо специальной технологической оснастки, а обеспечивается исключительно организационными мерами. В то же время, могут использоваться менее форсированные (или наоборот, более форсированные) режимы обработки, учитываться фактическое состояние технологического оборудования, а также использоваться скрытые функциональные взаимосвязи между параметрами обработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гаврилова, Т. А.** Базы знаний интеллектуальных систем / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. – СПб. : Питер, 2000. – 384 с.
2. **Поспелов, Г. С.** Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии / Г. С. Поспелов. – М. : Наука, 1988. – 280 с.
3. **Пашкевич, В. М.** Повышение точности проектирования станочных приспособлений на основе устранения заикливания семантических сетей / В. М. Пашкевич, М. Н. Миронова // Сб. науч. тр. междунар. Балтийской ассоциации машиностроителей. – Калининград, 2009. – С. 104–110.
4. **Пашкевич, В. М.** Оптимизация режимов резания на основе использования семантических сетей / В. М. Пашкевич, М. Н. Миронова // Вестник Белорусского национального технического университета. – 2011. – №3. – С. 9–12.

А. Е. НАУМЕНКО

Научный руководитель А. М. ЩЕМЕЛЕВ, канд. техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилёв, Беларусь

В настоящее время, в связи с постоянным ростом цен на топливо, при проектировании и эксплуатации строительно-дорожных машин большое внимание уделяется энергосбережению.

Одним из главных показателей конкурентоспособности является себестоимость производимой продукции. В зависимости от ряда конструктивных параметров машины и условий эксплуатации доля топлива в себестоимости продукции колеблется от 40 до 60 %. На рис. 1 представлено распределение затрат, входящих в стоимость машино-часа работы погрузчика Амкодор 333 (ТО-18Б) в ценах 2010 года, для которого затраты на топливо составляют около 40 % от общей стоимости машино-часа работы машины. Поэтому одним из основных путей повышения эффективности эксплуатации СДМ стало снижение расхода топлива на единицу получаемой продукции.



Рис. 1. Составляющие стоимости машино-часа работы погрузчика Амкодор 333 (ТО-18Б)

Одной из наиболее энергоёмких систем СДМ является гидропривод. В ряде машин (экскаваторы, погрузчики) гидропривод используется не только для управления рабочим оборудованием, но и для привода ходового оборудования и рулевого управления. Однако, наряду с расширяющейся областью применения гидропривода, повышается и его энергоёмкость, в результате чего на привод гидросистем затрачивается все большая часть

ВЕРЕМЕЙЧИК А. И. Определение температурных полей и термонапряжений в пробивном пуансоне при плазменном упрочнении.....	73
ГРУША В. П. Литье намораживанием полых заготовок из антифрикционного чугуна.....	74
ГРУША В. П., АЛЕЙНИКОВ Д. О. Вторичное охлаждение полых отливок из серого чугуна, полученных методом намораживания.....	75
ДУВАЛОВ П. Ю. Повышение служебных характеристик деталей из износостойких хромистых чугунов.....	76
ДУВАЛОВ П. Ю., ИЛЮШЕНКО В. М., ПУМПУР В. А. Получение свинцовых лент методом бесслитковой прокатки.....	77
ДЯДЕНКО М. В. Особенности влияния Al_2O_3 на вязкость стекол для светоотражающей оболочки.....	78
ЖУК Н. Н. Получение биокерамических материалов медицинского назначения.....	79
ЖУК Н. Н. Глаукониты Республики Беларусь и перспективы их использования в производстве керамических фильтров.....	80
ЗУБОРЕВ А. И., ДЕМЬЯНЧИК Е. М. Новые материалы в технологиях предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.....	81
КОРНЕЕВА И. А., ОБИДИНА О. В. Компьютерное моделирование взаимодействия низкоэнергетических ионов с поверхностью кремния.....	82
КРАВЧУК А. П., ОМЕЛЬЯНОВИЧ Д. А., ЕФРЕМОВ К. А. Влияние щелочноземельных оксидов на свойства хрустальных стекол.....	83
КРЫШИЛОВИЧ Е. В. Способы гидрометаллургической переработки отработанных ванадиевых катализаторов.....	84
ЛОЗИКОВ И. А. Исследование влияния условий обработки шихты в механореакторе на морфологию высоколегированных композиций на основе меди.....	85
ЛЭ ТХИ КИМ АНЬ, ЧИНЬ Н. Х. О влиянии интервала между импульсами на процессы пробивки отверстий в пластине Al сдвоенными лазерными импульсами.....	87
МИХЕДОВА Е. В. Электрохимическое нанесение медных покрытий на стальную основу из цитратного электролита.....	88
МОРОЗ Е. М. Синтез композиционных покрытий на основе никеля с углеродными наноматериалами.....	89
МУССКАЯ О. Н., УЛАСЕВИЧ С. А., КРУТЬКО В. К. Электрохимическое модифицирование углеродно-волоконных материалов фосфатами кальция.....	90

швейных игл на износ.....	54
ГОНЧАРОВ П. С., КРИВОНОГОВА Е. Г. Применение различных САЕ-систем при решении прочностных задач для передач новых типов.....	55
ДРОЗДОВ П. А. Моделирование поведения и анализ устойчивости круглых пил в динамике.....	56
ИНОЗЕМЦЕВА Н. В. Синтез шарнирного четырехзвенного механизма по методу приближения функций.....	57
КОЛОС Д. Ю. Биостанция для малого сельскохозяйственного предприятия.....	58
МАКАРЕВИЧ С. Д. Разработка многофункционального устройства для эвакуации людей и грузов при проведении спасательных работ.....	59
МАКАРЕВИЧ С. Д. Анализ напряженно-деформированного состояния мобильного устройства для эвакуации людей и грузов при проведении спасательных работ.....	60
МОТЯНКО Т. А. Исследование динамической нагруженности механизма привода поворотной рамы вагона-платформы.....	62
ПРУДНИКОВ А. П. Исследование прочности деталей роликовой планетарной передачи.....	63
ПУЗАНОВА О. В. Синтез двухпоточных гидромеханических передач.....	64
СЕНЬКО А. Г. О двигателях Стирлинга.....	65
ТОМИЛО Е. В. Влияние скорости нагружения на особенности деформирования листа переменного сечения.....	66
ТОМИЛО Е. В. Влияние макро-отклонений поверхности на жесткость автомобильных рессор.....	67

Секция 3. Технологии получения и обработки новых материалов и покрытий

АНТИХОВИЧ И. В. Исследование свойств никелевых покрытий, осажденных из ацетатных электролитов.....	68
БАБАК А. А., ПОДБОЛОТОВ К. Б. Получение карбидсодержащих керамических материалов методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.....	69
БАРАНОВ К. Н., РИВКИН А. И. Влияние расхода охладителя на структуру заготовок, полученных методом намораживания на водоохлаждаемом стержне.....	70
БОНДАРЕВ Р. А. Измельчение синтетических материалов....	71
ВАСИЛЕВИЧ С. В., НЕВАР Р. М., АКУЛИЧ А. В. Акустическая гомогенизация кипящего слоя в процессе синтеза углеродных нанотрубок.....	72

мощности двигателя внутреннего сгорания (в некоторых машинах, таких как экскаваторы, до 100 % мощности двигателя). Это обуславливает необходимость поиска путей снижения энергии, потребляемой гидроприводом в современных гидрофицированных строительно-дорожных машинах.

В последнее время увеличилось количество исследований в области энергосбережения гидрофицированных мобильных машин. Основные пути энергосбережения представлены на рис. 2.



Рис. 2. Пути энергосбережения в гидросистемах строительно-дорожных машин

Наиболее часто применяемым способом энергосбережения в гидроприводе является управление гидрооборудованием. Целью управления, для таких систем, является минимизация энергии потребляемой насосной станцией. Анализируя существующие системы регулирования элементов гидропривода, реализующие данную цель, можно выделить системы управления гидронасосами и совмещение рабочих операций во время работы машины.

Управление гидронасосами стало возможно при появлении регулируемых аксиально-поршневых насосов и нашло широкое применение в гидросистемах экскаваторов. На рис. 3 представлен пример такой системы [1].

Давление в напорной гидролинии 4 зависит от усилий, действующих на гидродвигатели 6. При повороте рукоятки золотника распределителя 3 на работу гидродвигателей 6 в напорной гидролинии 4 и в линиях управления регулятора мощности 3 повышается давление. В результате этого поршень регулятора мощности перемещается, преодолевая сопротивления пружины и через механическую связь уменьшает рабочий объём насосов 2, снижая тем самым подачу рабочей жидкости.

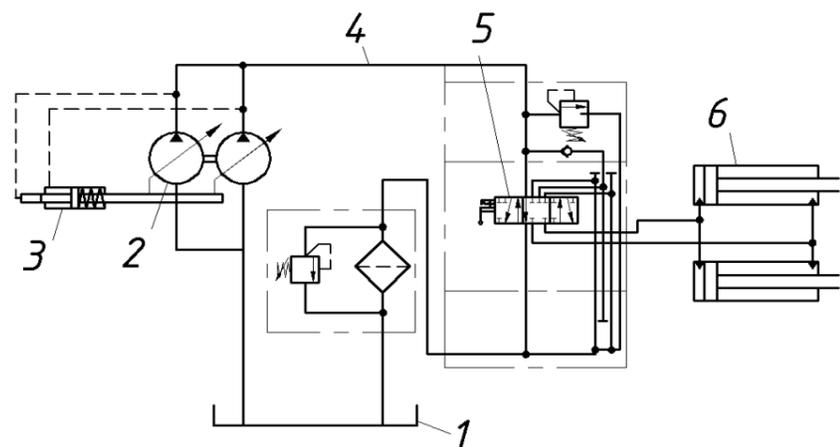


Рис. 3. Пример энергосберегающей гидросистемы за счёт управления насосов: 1 – гидробак; 2 – гидронасосы; 3 – регулятор мощности; 4 – напорная гидролиния; 5 – гидрораспределитель; 6 – гидродвигатели

Мощность, потребляемая насосами, определяется по формуле

$$N = \frac{P \cdot Q}{\eta}, \quad (1)$$

где P – давление в напорной гидролинии; Q – подача насоса; η – КПД насоса.

Следовательно, уменьшая подачу насоса, в те моменты, когда гидросистема работает в рабочем режиме, при увеличении усилий на гидродвигателях 6, мощность, потребляемая гидронасосами остаётся примерно неизменной при увеличении давления в напорной гидролинии 4 и уменьшении расхода гидронасосов 2.

Для некоторых строительно-дорожных машин при наборе грунта возможно совмещение рабочих операций. При совмещении операций экономия энергии происходит, прежде всего, из-за того, что рабочая жидкость подаётся из сливных полостей одних гидроцилиндров в напорные полости других гидроцилиндров, сокращая тем самым время рабочего цикла и энергию ДВС, (возможна подача рабочей жидкости, находящейся под давлением, из сливной гидролинии гидроцилиндров во всасывающую гидролинию насоса).

К таким машинам, прежде всего, относятся одноковшовые фронтальные погрузчики и одноковшовые экскаваторы. Пример такой системы для одноковшового экскаватора показан на рис. 4 [2].

В рабочий цикл одноковшового экскаватора после отсыпки грунта в транспортное средство входят операции опускания стрелы и подъёма рукояти. В представленной на рис. 4 системе, при опускании стрелы рабочая жидкость из сливных полостей гидроцилиндров стрелы 4 через блок безнасосного поворота рукояти 6 подаётся в напорную полость гидроцилиндров ковша 5, в результате чего происходит поворот рукояти.

МАСЮТИНА О. Н. Конструкция вала прошивного стана, обеспечивающая повышенное критическое обжатие.....	35
МИРОНОВА М. Н. Достижение точности механической обработки на основе использования семантических сетей.....	36
МОЛОСТОВ С. В. Система статической моментной разгрузки в роботах с механизмами относительного манипулирования.....	37
НАСИБУЛЛИН Р. Т., САРИМОВ Л. Р. Способ автоматизации техпроцесса получения ферромагнитного порошка.....	38
ПАРФЕНЧИК К. А. Применение фторопласта для смазки зубчатых и червячных передач.....	39
ПЕЧКОВСКАЯ О. Е., МАШИН Ю. В. Практическое применение редукторов с повышенными техническими характеристиками.....	40
ПЛАХЕТКО А. З. Современные технологии хонингования высокоточных отверстий.....	41
РОГОМАНЦЕВА Н. М. Усовершенствованная конструкция инструмента для импульсно-ударной пневмовибродинамической обработки плоскостей.....	42
СВИРЕПА Д. М. Инструменты для магнитно-динамического упрочнения.....	43
СУХОЦКИЙ С. А. Магнитные системы инструментов для магнитно-динамического упрочнения плоских поверхностей.....	44
СЫРЕЦ М. В. Алгоритм поисковой адаптации систем управления периодическими процессами.....	45
ХАНЬКО В. И. Оптимизация режимов электроэрозионной обработки хромоникелевых сталей.....	46
ХАФИЗОВ А. А., ШАКИРОВ Б. Ю. Система управления плазменной электротермической установки для поверхностного упрочнения материалов.....	47
ШАКИРОВА Г. Ю., ХАЙРУЛЛИН Ф. Х. Система управления плазменной электротермической установкой для получения ферромагнитного порошка.....	49
ШИШКОВ Е. И. Определение кинематической погрешности по среднему значению угла поворота выходного звена.....	51

Секция 2. Механика машин и механизмов

АНТИПИН Д. Я., ШОРОХОВ С. Г. Разработка методики определения параметров энергопоглощающих устройств транспортных средств.....	52
АРТЕМОВ А. А. Математические модели систем с произвольным числом степеней свободы.....	53
БЛАГОДАРНАЯ О. В. Результаты ускоренных испытаний	

СОДЕРЖАНИЕ

Пленарное заседание	
СВИРЕПА Д. М. Метод магнитно-динамического раскатывания деталей технических систем.....	3
МИРОНОВА М. Н. Решение технологических задач на основе функциональных семантических сетей.....	8
НАУМЕНКО А. Е. Пути энергосбережения в гидросистемах строительно-дорожных машин.....	14
Секция 1. Технология машиностроения, автоматизация технологических процессов и производств.	
АКИНШЕВА И. В. Исследование устойчивости и качественных характеристик адаптивной системы управления процессом поликонденсации.....	21
АРТЕМОВ А. А. Актуальность использования математических моделей в робототехнике.....	22
БЕШЕВЛИ О. Б. Обеспечение точности выверки оси вращающихся печей в процессе ремонта.....	23
БЫЧИНСКИЙ К. А. Новая ресурсосберегающая технология финишной обработки гильз двигателей внутреннего сгорания (ДВС)	24
ВАЛИЕВ Р. И., ХАКИМОВ Р. Г. Система управления плазменной электротермической установки для очистки и снятия заусенцев.....	25
ГОСПОД А. В. Алгоритмы программного управления сварочными роботами-манипуляторами при наличии технологических ограничений.....	26
ДЕМЯНЧИК А. С. Новые способы получения высокопрочных режущих пластин.....	27
ИВАНОВ И. Ю. Переносной станок для обработки вкладышей крупногабаритных подшипников скольжения.....	28
ИЛЬЮШИНА Е. В. Исследования частоты вращения шаров в инструменте для суперфинишной пневмоцентробежной обработки	29
КОЛЮКОВИЧ Е. А. Система автоматического контроля кислотного числа оксидата.....	30
КСЁНДА И. В. Проектные расчеты угловых размерных цепей методом полной взаимозаменяемости.....	31
ЛИПНИЦКИЙ А. С. Исследование альтернативных схем получения поковки толкателя клапана.....	32
ЛИХАВИЦКИЙ В. В. Новые конструкции инструмента для обработки материалов резанием.....	33
МАСЮТИНА О. Н. Новая технология производства горячекатаных труб РУП «БМЗ».....	34

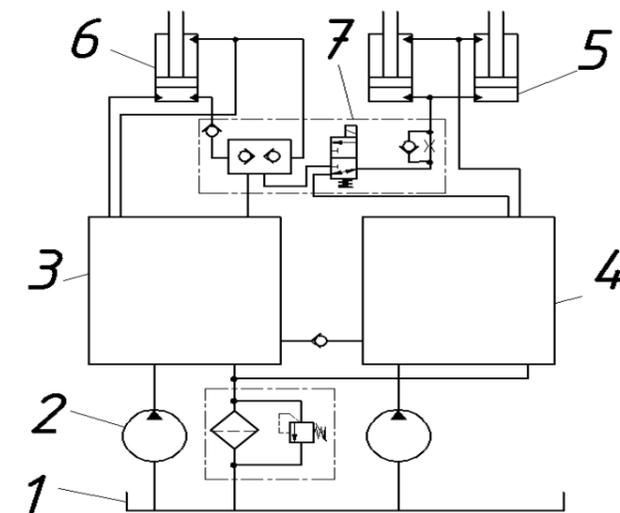


Рис. 4. Пример энергосберегающей гидросистемы одноковшового экскаватора реализующей совмещение рабочих операций: 1 – гидробак; 2 – гидронасос; 3, 4 – гидрораспределители; 5 – гидроцилиндры стрелы; 6 – гидроцилиндры рукояти; 7 – блок безнасосного поворота рукояти

Одним из направлений энергосбережения в гидроприводах строительно-дорожных машин является рекуперация энергии. В настоящее время существует множество систем использующие принцип рекуперации, который заключается в накоплении энергии за счёт действия сопутствующих нагрузок, действующих на элементы машины с последующим её расходом в наиболее энергоёмких режимах работы машины. В основном, накопление энергии в таких системах происходит за счёт инерции вращающихся масс трансмиссии при торможении машины, при опускании рабочего оборудования под действием силы тяжести и при колебаниях металлоконструкции машины и рабочего оборудования во время движения.

Примером рекуперативной системы может служить гидросистема погрузчика, представленная на рис. 5 [3]. При строительстве и реконструкции автомобильных дорог погрузчики перемещаются по рабочей площадке с неровной поверхностью, в результате чего рабочее оборудование и металлоконструкция машины испытывают большие динамические нагрузки.

При наезде машины на препятствие, качающий узел 1 подаёт рабочую жидкость из гидробака 2 в гидропневмоаккумулятор 3, заряжая его до определённого давления. При приведении в действие гидроцилиндров рабочего оборудования электромагнит гидрораспределителя 4 переключает золотник и рабочая жидкость из гидропневмоаккумулятора 3 направляется на насос-мотор 5, осуществляя тем самым его подкрутку. В период времени, когда рабочая жидкость подаётся из гидропневмоаккумулятора 3 через гидрораспределитель 4, насос-мотор 5 работает в режиме гидромотора и мощность ДВС для приведения его в действие не используется.

Е. С. ФИТЦОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

В настоящее время большинство западных предприятий уже осознано преимущество стратегии постоянных покупателей. Предприятия, у которых есть свои лояльные покупатели, получают стабильный доход, занимают устойчивое положение на рынке, в то время как другие, пытаясь завоевать новых посетителей, тратят много средств и усилий на мимолетные стихийные покупки.

В Республике Беларусь не многие руководители соглашаются с данными утверждениями. Причиной этого стали отсутствие доверительных отношений руководства с отделом маркетинга, укоренившиеся привычки советских времен авторитарного принятия управленческих решений, а также опыт немногих предприятий, которые уже делали шаги в данном направлении.

Достижение высшей степени удовлетворенности современного потребителя – весьма непростая задача, так как он хорошо осведомлен о ценах, более требователен, не прощает ошибок, а конкуренты предлагают ему аналогичные или еще лучшие товары. Поэтому главная задача сегодня заключается не в том, чтобы насытить потребительский спрос – это легко сделают многие из конкурентов, а в том, чтобы приобрести постоянных клиентов.

Фирмы, которые стремятся к увеличению объемов продаж и доходов, уделяют немало времени и направляют значительные ресурсы на поиск и привлечение новых потребителей, традиционно уделяя основное внимание не формированию устойчивых отношений с потребителями, а технологии продаж. В то же время логично было бы регулярно уделять внимание оценке степени удовлетворенности покупателей, потому что удовлетворенность покупателей – основа их удержания.

Удовлетворенный покупатель надолго сохраняет лояльность, покупает не только существующие товары, но и новую выпускаемую компанией продукцию, хорошо отзываясь как о фирме, так и о выпускаемых ею товарах, не обращает внимания на конкурирующие фирмы и их рекламные кампании, менее чувствителен к уровню цены на товар, предлагает фирме новые идеи, касающиеся товара или услуг, к тому же обходится дешевле в обслуживании, так как сделки с ним носят рутинный характер.

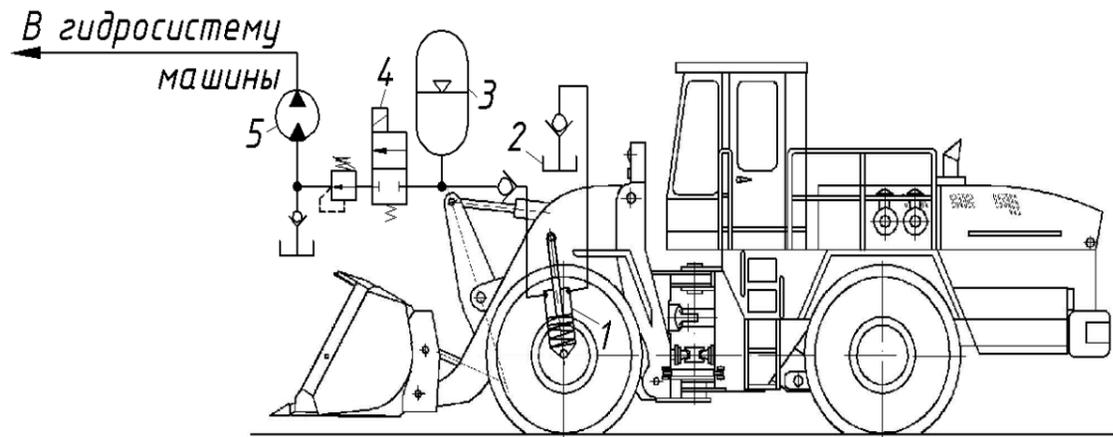


Рис. 5. Пример энергосберегающей гидросистемы использующей энергию колебания машины: 1 – качающий узел; 2 – гидробак; 3 – гидропневмоаккумулятор; 4 – гидрораспределитель; 5 – насос-мотор

В последнее время всё большее внимание уделяется снижению потерь энергии в самой гидросистеме. В существующих исследованиях можно выделить два основных направления: снижение гидравлических сопротивлений гидравлической арматуры и регулирование температуры рабочей жидкости.

Первое направление касается снижения сопротивлений гидравлической арматуры за счёт совершенствования её формы и снижения шероховатости поверхности.

Например, в строительно-дорожной технике произведенной в Японии внутренние поверхности трубопроводов покрываются пластмассой, что снижает шероховатость поверхности и коэффициент гидравлического сопротивления трубопровода, что приводит к снижению потерь энергии.

В настоящее время тройники и угольники, являющиеся элементами гидравлической арматуры, изготавливаются сверлением. При этом в этих элементах имеются в наличие острые кромки, на которых происходит срыв потока жидкости и образуется зона разрежения, которая увеличивает коэффициент гидравлического сопротивления элемента (рис. 6, а), где показано распределение давления по среднему сечению угольника. При выполнении гидравлических элементов литьем переход между входным и выходным отверстием плавный, срыв потока отсутствует, и коэффициент гидравлического сопротивления снижается (рис. 6, б) [4].

Второе направление снижения потерь энергии в гидросистеме – регулирование температуры рабочей жидкости.

Потери энергии в гидросистеме можно разделить на потери энергии на преодоление внутренних сопротивлений гидравлической арматуры и потери энергии за счёт объёмных потерь рабочей жидкости (внутренних перетечек в гидроаппаратах). И первый, и второй вид потерь энергии име-

О. В. СЕДЛУХО, Н. Н. ХМЕЛЬНИЦКАЯ

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

Развитие цивилизации происходит в направлении становления информационного общества, в котором объекты и результаты труда большинства занятого населения – не материальные ценности, а главным образом информация и научные знания. Здесь основная стоимость создается интеллектуальным трудом. В постиндустриальном обществе повышаются требования к интеллектуальным и творческим способностям человека, к его психофизическим характеристикам, увеличивается количество людей, находящихся в активном возрасте, но чьи способности к труду не будут отвечать новым требованиям. Быстрое развитие информационной сферы общества существенным образом видоизменяет структуру занятости населения, приводит к появлению новых профессий и рабочих мест и поэтому требует соответствующих ориентаций системы образования. Возникает необходимость в переподготовке больших масс населения; в течение активной жизни человек в информационном обществе будет вынужден несколько раз менять профессию.

Беларусь одной из первых стран СНГ разработала Национальную стратегию устойчивого развития до 2010 года, которая была одобрена правительством в 1997 году. В настоящее время действует «Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития на период до 2020 года», учитывающая тенденции и взаимосвязи современного общества.

Сегодня уже никого не надо убеждать, что человеческий фактор является определяющим в развитии общества. Именно поэтому, главная функция государства связана с разработкой и реализацией стратегии долгосрочного развития человеческого потенциала с учетом рыночных закономерностей и механизмов. В настоящее время много внимания уделяется инвестициям в экономику республики, текущему платежному балансу государства, однако в плане национальных счетов отсутствует «социальный счет», что подтверждает его заведомую убыточность. Теория развития человеческого капитала предоставляет право опровергнуть данное убеждение. Затраты на образование приносят самые высокие дивиденды, так как они делают конкурентоспособными, прежде всего, наших трудящихся и, как следствие – предприятие, экономику, всю страну.

ют существенную зависимость от температуры (вязкости) рабочей жидкости. Однако, если потери энергии на преодоление внутренних сопротивлений с увеличением температуры уменьшаются, то объёмные потери энергии наоборот увеличиваются.

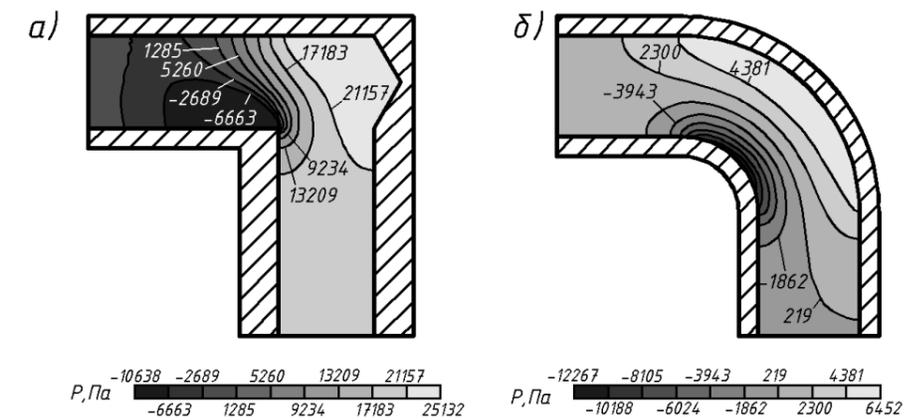


Рис. 6. Угольник: а – исполнение сверлением; б – исполнение литьём

В холодное время года, в начале рабочей смены температура рабочей жидкости в гидробаке равна температуре окружающей среды. После запуска машины температура рабочей жидкости повышается за счёт трения рабочей жидкости о стенки трубопроводов и гидроаппаратов. Потери мощности в гидросистеме при этом также изменяются (рис. 7).

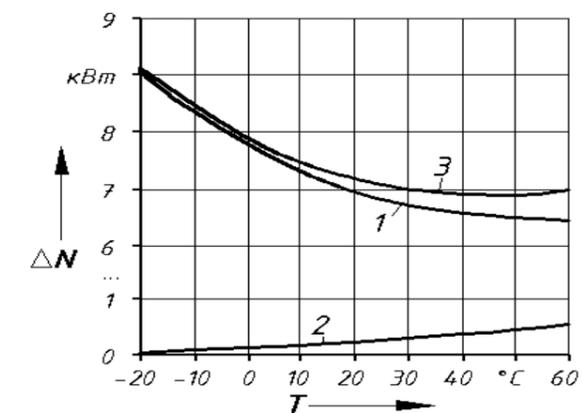


Рис. 7. Зависимость среднецикловых потерь мощности в гидросистеме погружника МоАЗ-4048 от температуры рабочей жидкости при использовании рабочей жидкости типа МГ-15Б (АМГ-10): 1 – среднецикловые потери мощности на преодоление внутренних сопротивлений; 2 – среднецикловые потери мощности за счёт перетечек рабочей жидкости; 3 – среднецикловые суммарные потери мощности

Время нагрева рабочей жидкости гидросистемы до рабочей температуры достигает примерно двух часов. В условиях низких температур окружающей среды, в начале смены машина будет работать с низкой температурой рабочей жидкости, а потери энергии в гидросистеме, достигают

значительной величины. В начале работы машины после длительной остановки целесообразно производить подогрев рабочей жидкости. В настоящее время известно из публикаций и патентных материалов следующие способы подогрева рабочей жидкости: подогрев способом дросселирования; подогрев электрическим ТЭНом; подогрев при помощи выхлопных газов ДВС.

Анализ этих способов подогрева показал, что наиболее экономичным и применимым на всех строительно-дорожных машинах является способ подогрева при помощи выхлопных газов ДВС.

Применение рассмотренных путей энергосбережения в гидроприводе позволяет получить экономию топлива, потребляемого машиной за смену, в пределах, показанных на диаграмме, представленной на рис. 8.

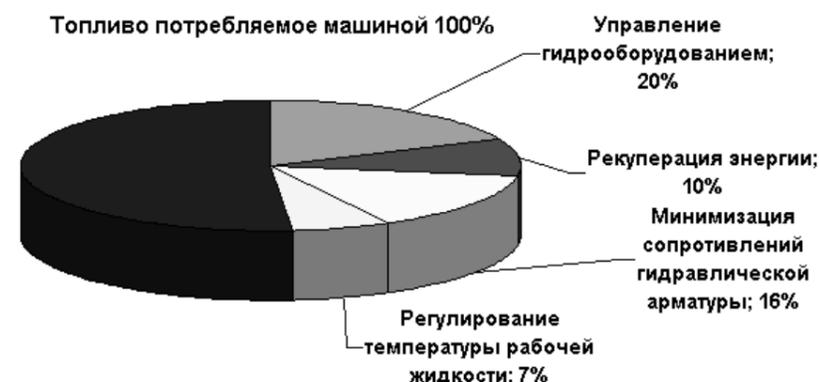


Рис. 8. Возможность снижения топлива потребляемого машиной при применении энергосберегающих систем

Учитывая, что для большинства строительно-дорожных машин суточный расход топлива составляет около 80...140 л в сутки, применение рассмотренных путей энергосбережения на строительно-дорожных машинах позволяет существенно сократить затраты на топливо, снизив тем самым себестоимость единицы продукции примерно на 12...18 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беркман, И. Л. Универсальные одноковшовые строительные экскаваторы / И. Л. Беркман, А. В. Раннев, Ф. К. Рейш. – М. : Высшая школа, 1997. – 338 с.
2. Щемелев, А. М. Проектирование гидропривода машин для земляных работ : учеб. пособие / А. М. Щемелев. – Могилев: ММИ, 1995. – 322 с.
3. Лесковец, И. В. Обоснование и выбор основных параметров системы энергосбережения одноковшового фронтального пневмоколесного погрузчика: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.05.04 / И. В. Лесковец; Мог. машин. инст. – Могилев, 1997. – 24 с.
4. Щемелев, А. М. Снижение энергопотребления в гидравлической арматуре строительных и дорожных машин / А. М. Щемелев, А. Д. Бужинский, А. Е. Науменко // Строительные и дорожные машины. – 2007. – №8. – С. 16–20.

УДК 338.1

УПРАВЛЕНИЕ ОБОРОТНЫМИ СРЕДСТВАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ

О. В. СЕДЛУХО

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

Организация оборотных средств является основополагающей в общем комплексе проблем повышения их эффективности. Она включает: определение средств и структуры оборотных средств, установление потребности предприятия в оборотных средствах, определение источников формирования оборотных средств, распределение и маневрирование оборотными средствами, ответственность за сохранность и эффективность использования оборотных средств.

Задача предприятия состоит в том, чтобы производить блага, способные удовлетворять потребности. Этот процесс не может развиваться стихийно в изменяющейся и все более усложняющейся внешней среде предприятий. Он направлен на достижение поставленных целей.

От организации оборотных средств и эффективности их использования зависит не только процесс материального производства, но и финансовая устойчивость предприятия.

Однако в современных условиях переходного периода оптимизация использования оборотных средств затруднена объективными и субъективными причинами. Вызвано это, прежде всего, неплатежеспособностью многих предприятий, весьма слабым остается финансовый рынок, инфляционные процессы увеличивают уровень риска всех операций, связанных с инвестированием. Такая ситуация не отрицает целесообразности оптимизации и более эффективного использования оборотных средств. Все управленческие действия на этом участке должны быть подчинены задачам максимизации прибыли, обеспечению устойчивого финансового состояния предприятия. Улучшение использования оборотного капитала с развитием предпринимательства приобретает все более актуальное значение, так как высвобождаемые при этом материальные и денежные ресурсы являются дополнительным внутренним источником инвестирования. Рациональное и эффективное использование оборотных средств способствует повышению финансовой устойчивости предприятия и его платежеспособности. В этих условиях предприятие своевременно и полностью выполняет свои расчетно-платежные обязательства, что позволяет успешно осуществлять коммерческую деятельность.

К. С. САМАРЦЕВ

Научный руководитель В. И. АВЕРЧЕНКОВ, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Брянск, Россия

Задачи, связанные с развитием непрерывного образования, решаются с помощью механизмов управления. В целях повышения эффективности управленческой деятельности в сфере образования целесообразно формирование нового управленческого инструментария. Одним из таких инструментов является система поддержки принятия решений в учебном учреждении, которая в рамках системного подхода позволяет отслеживать и обрабатывать следующий контент образовательного пространства:

- потребности граждан в дальнейшем образовании на различных его уровнях с учетом количественных и качественных характеристик;
- потребности работодателей в обучении их работников и в поиске новых специалистов с соответствующей компетенцией и квалификацией (опять-таки в количественном и качественном разрезе);
- внутрисистемные требования к удовлетворению потребностей (работников и (или) работодателей) в непрерывном образовании, обусловленных изменением целей и содержанием образовательных программ;
- особенности взрослых учащихся в условиях изменения требований к социальной и профессиональной мобильности личности;
- создание адаптивных образовательных систем, решающих задачи приспособления социально-образовательной среды обучения к личности взрослого учащегося, а также его активного включения в проектирование таких систем с целью выявления индивидуальных образовательных маршрутов;
- оптимальные пути гармонизации различных образовательных уровней, использующих инновационные механизмы управления системой непрерывного образования;
- развитие формального, неформального и информального рынков образовательных услуг и освоения новых сфер социального пространства, вызванного сокращением числа абитуриентов и уменьшением количества университетов;
- координацию деятельности соответствующих образовательных структур с целью повышения их эффективности;
- региональные особенности деятельности учреждений образования в сфере непрерывного образования.

И. В. АКИНШЕВА

Научный руководитель И. Ф. КУЗЬМИЦКИЙ, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Качество работы любой системы управления определяется величиной ошибки, равной разности между требуемым и действительным значениями регулируемой переменной. Знание мгновенных значений ошибки в течение всего времени работы объекта управления позволяет наиболее полно судить о свойствах системы управления. В случае оценки качественных показателей используют критерии качества.

Основной целью данного исследования является определение границ устойчивости разработанной адаптивной системы управления процессом поликонденсации, а также оценка качества работы системы.

В случае процесса поликонденсации построение системы управления основывается на определении таких оптимальных управляющих воздействий, которые минимизируют ошибку рассогласования исследуемого объекта управления и созданной модели данного объекта. Причиной этих перемен может служить переход от одного режима эксплуатации к другому в связи с требуемыми качественными характеристиками полимера, а также изменение производительности по сырью, диктуемой спросом на рынке на данный вид продукции. Поэтому можно утверждать, что созданная система должна «приспосабливаться» к изменяющимся условиям. Именно поэтому за основу была принята структура адаптивной системы управления.

Для определения качества управления рассчитаны значения минимальных ошибок управления системы до внедрения системы адаптивного управления и с внедренной системой в процесс поликонденсации. Расчеты показывают, что качество управления повысилось, путем снижения значения минимальной ошибки в 4,5 раза.

При исследовании устойчивости необходимо отметить, что в системе используется ограниченное управление, также присутствует ограничение на входные сигналы. При указанных условиях система является устойчивой, т.к. значения используемых в системе весовых функций с течением времени стремятся к нулю.

АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В РОБОТОТЕХНИКЕ

А. А. АРТЕМОВ

Научный руководитель И. Д. ИВАНОВА, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»
Могилев, Беларусь

Робототехника представляет собой принципиально новую ступень автоматизации различных физических и умственных действий человека. Ее цель – заменить человека в большинстве сфер его производственной деятельности, оставив за ним решение лишь творческих задач. Манипуляционным роботом называется техническое устройство, предназначенное для воспроизведения рабочих функций рук человека в процессе его трудовой деятельности [1].

Что бы манипулятор выполнял необходимую работу, необходимо на стадии проектирования решить задачи динамики и кинематики. Прямая задача кинематики манипулятора состоит в определении положений всех звеньев по заданным значениям обобщенных координат. Обратная задача кинематики манипуляторов состоит в определении обобщенных координат по заданному положению захвата [2]. Прямая задача динамики состоит в определении обобщенных координат по заданным внешним силам, действующим на звенья манипуляторов. Обратная задача динамики состоит в определении сил, действующих на звенья манипулятора со стороны приводов, по заданному движению рабочего органа или захвата [2]. Описанные выше задачи можно и нужно моделировать с помощью математического аппарата, что позволит найти слабые и сильные стороны. Выстроив алгоритм математической модели, построив саму модель, можно провести имитацию с помощью программных продуктов из области САД систем, например, Siemens Tecnomatix или Dassault Systemes Delmia.

Так же можно выделить задачу алгоритмизации управления роботом. Алгоритмом управления назовем совокупность предписаний, определяющих движение захвата для выполнения заданной цели. Алгоритмы могут использовать интерполяционные методы, либо с использованием оптимальных критериев качества управления [2]. В общем случае все описанное выше можно алгоритмизировать и описать математически. Далее эту математическую модель можно симулировать с помощью ЭВМ для получения необходимых результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Иосилевич, Г. Б.** Прикладная механика / Г. Б. Иосилевич, Г. Б. Строганов, Г. С. Маслов. – М. : Высшая школа, 1989. – 351 с.
2. **Левитский, Н. И.** Теория механизмов и машин / Н. И. Левитский – М. : Наука, 1990. – 592 с.

СТРАХОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ РИСКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

А. С. РЫНКЕВИЧ, О. Г. КЛЮЕВА

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

Инновационный риск – это вероятность потерь, возникающих при вложении предпринимательской фирмой средств в производство новых товаров (услуг), которые, возможно, не найдут ожидаемого спроса на рынке. Предпосылками инновационного риска являются следующие факторы: внедрение более дешевого метода производства товара или услуг; производство нового товара или оказание услуги с помощью новой техники и технологии; создание нового товара или оказание услуги на старом оборудовании; продажа созданного оборудования, которое не соответствует техническому уровню, необходимому для производства новых товаров. Риски в инновационной деятельности бывают следующих видов: ошибочный выбор инновационного проекта; необеспеченность инновационного проекта достаточным уровнем финансирования; невозможность сбыта результата инновационного проекта; необеспеченность ресурсами, необходимыми для реализации инновационного проекта.

Важнейшим методом снижения рисков инновационной деятельности является их страхование, с помощью которого инновационное предприятие может минимизировать как имущественные, так и многие политические, кредитные, коммерческие и производственные риски. Определяя стратегии отношений со страховыми компаниями, инновационное предприятие должно хорошо ориентироваться на страховом рынке, выбирая наиболее подходящие для конкретной сделки условия страхования, которые оговариваются в договоре, надежные страховые организации.

В условиях слабой коммерческой привлекательности страхования предпринимательских рисков в инновационной деятельности следует в рамках государства обеспечить ряд мер налогового и иного характера, стимулирующих как страховщиков, так и страхователей к заключению договоров страхования. Для того, чтобы предприятия чаще прибегали к страховой защите, необходимы не только более активные действия со стороны страховых организаций, но также и содействие со стороны органов государственной власти и управления Республики Беларусь. Это предполагает наличие действенного государственного страхового надзора за деятельностью страховщиков, а также оказание им с учетом приоритетности для страны инновационной деятельности всесторонней государственной поддержки, активизирующей развитие страхового процесса в этой области.

УДК 339.138:338.43

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АГРОБИЗНЕСА В БЕЛАРУСИ

О. А. РОЖОК

Научный руководитель В. С. ЗЕНЬКОВ, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Агробизнес как экономическая категория вошел в мировую научную литературу в конце 50-х гг. XX в. и сегодня представляет собой деятельность в аграрной сфере экономики, ориентированную на рынок (потребителя) через рыночную цену. Комплекс агробизнеса включает производство и переработку сельскохозяйственной продукции, хранение сырья и продуктов его переработки, торговлю сельскохозяйственным сырьем и продуктами переработки, производственный и социальный агросервис.

Развитие агропромышленного комплекса (АПК) Беларуси выступает одним из приоритетов развития экономики и пользуется поддержкой государства. Задачи его развития сводятся к обеспечению населения продуктами питания, перерабатывающей промышленности – сырьем, рост экспорта сельскохозяйственной продукции и как результат – укрепление продовольственной безопасности страны. Основа для их решения заложена Государственной программой возрождения и развития села на 2005–2010 гг.: создан 1 481 агрогородок (8 тыс. жилых домов площадью 714,5 тыс. кв. м), что позволило обеспечить социальные стандарты населения и жителей прилегающих территорий; площадь сельхозугодий в расчете на одно хозяйство за 5 лет выросла в среднем в 1,5 раза и превысила 5 тыс. га.

Приоритеты аграрной политики Беларуси сегодня скорректированы с целью повышения эффективности хозяйствования и преодоления убыточности агропредприятий, усиления конкурентных позиций отечественных поставщиков на внутреннем и внешнем рынках, повышения доходов и социальной защищенности работников сельского хозяйства. Новый подход в аграрной политике изложен в Государственной программе устойчивого развития села на 2011–2015 гг. и заключается в осознании необходимости взаимосвязанного развития социальной и экономической сфер села. В итоге будет реализована цепочка конкурентоспособности «сырье-производство-сбыт», что потребует внедрения рыночных принципов ведения хозяйства: максимизация дохода в условиях наиболее полного обеспечения спроса на сельскохозяйственную продукцию; получение прибыли за счет удовлетворения нужд и потребностей потребителей.

Таким образом, комплексный подход и поддержка государства служат основой формирования агробизнеса как предпринимательской деятельности товаропроизводителя во всех сферах АПК Беларуси.

УДК 621.9

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ ВЫВЕРКИ ОСИ ВРАЩАЮЩИХСЯ ПЕЧЕЙ В ПРОЦЕССЕ РЕМОНТА

О. Б. БЕШЕВЛИ

Научный руководитель В. Я. ДУГАНОВ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. Шухова»
Белгород, Россия

На кафедре технологии машиностроения Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова накоплен значительный опыт проектирования и внедрения специального оборудования для обработки опорных узлов вращающихся печей. Такая обработка опорных роликов и бандажей вносит дополнительные погрешности в геометрические параметры агрегата и требует последующей выверки печи и корректировки ее положения для обеспечения прямолинейности оси и теоретического угла наклона печи.

Существует много различных методов выверки прямолинейности оси печи, в которых используются геодезические и специальные инструменты. Большинство из них реализуются путем нивелирования характерных точек бандажей печи, или подбандажных обечаек. Все эти методы требуют высокой квалификации бригады геодезистов, производящих замеры, и в то же время, не обеспечивают точности выверки оси вращения в связи со значительными отклонениями формы бандажей и обечаек от круглой.

На кафедре технологии машиностроения БГТУ им. В.Г. Шухова разработан и опробован на ряде предприятий России и стран СНГ способ выверки оси вращения печи.

Предлагаемый способ направлен на повышение срока службы и производительности обжиговой печи за счёт обеспечения прямолинейности оси вращающейся печи и расположения её под проектным углом наклона.

УДК 621.923.4
НОВАЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ФИНИШНОЙ
ОБРАБОТКИ ГИЛЬЗ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ (ДВС)

К. А. БЫЧИНСКИЙ

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

В последние десятилетия повысились экологические требования в передовых промышленно развитых странах к выбросам в окружающую среду вредных веществ автомобильными ДВС. Это вызвало всплеск исследований в рассматриваемой области. Инофирмы, изготавливающие двигатели, осуществляют значительные финансовые вложения в исследования по этой теме, т.к. от соответствия их продукции экологическим стандартам зависит расширение рынка сбыта.

В массовом производстве на финишной технологической операции механической обработки рабочую поверхность гильз цилиндров ДВС повсеместно хонингуют.

При этом основным комплексным критерием совершенства технологии изготовления гильзы является относительная величина угара масла – $g_{м.уг.}(\%)$. В зоне цилиндра-поршневой группы (ЦПГ), в развитых производствах за рубежом $g = 0,2 \%$.

Тем не менее, в силу несовершенств всей технологической цепочки по изготовлению гильз, начиная с заготовки, отечественная технология по угару масла в ЦПГ уступает европейской. Так, например, угар масла ДВС Минского моторного завода в зоне ЦПГ не более $0,5 \%$ согласно ТУ 23.1.365-84 на дизельный ДВС модели Д-245. Фактически, в производстве, эта величина составляет $g = 0,3-0,35 \%$. Эту актуальную проблему можно решить используя после получистового хонингования упрочняющую пневмоцентробежную обработку. Сущность метода обработки состоит в деформационном упрочнении зеркала гильзы стальными шарами движущимися свободно в потоке сжатого воздуха по кольцевидной траектории относительно продольной оси гильзы.

Предварительные стендовые испытания 60-часовые испытания ДВС, укомплектованные опытными гильзами, прошедшими ПЦО, показали, что угар масла при новом качестве поверхности $g = 0,22-0,24 \%$. Это решает проблему экологии и ресурсосбережения.

УДК 338
ФАКТОРЫ НЕСБАЛАНСИРОВАННОГО РОСТА ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Л. И. ПУШКИНА

Научный руководитель С. Н. Гнатюк, канд. экон. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилёв, Беларусь

Одной из важнейших социально-экономических проблем в начале 2011г. в Республике Беларусь стала несбалансированность экономики в контексте прошлогоднего значительного повышения уровня заработной платы.

Основной из ошибок была попытка обеспечения роста реальной заработной платы в том же размере, что и в долларовом эквиваленте, стимулирования роста уровня жизни за счёт ограничения роста потребительских цен и тарифов.

Разрешение накопленного дисбаланса возможно двумя способами.

Первый путь, реализуемый сегодня, предполагает девальвацию белорусского рубля, которая ведёт к удорожанию импорта, к переоценке импортной составляющей в себестоимости, к пересмотру цен. Рост цен снижает покупательную способность населения, сокращает реальное внутреннее потребление, балансирует внешнеторговое сальдо.

Механизм реализации этого пути является раскручивание инфляционной спирали. Уже на первом этапе в ходе девальвации экономика получает сильный инфляционный импульс в силу зависимости от импортных энергоносителей, сырья, материалов, комплектующих. Второй путь предполагает подвижки в ценовой структуре с ликвидацией накопленных диспропорций путём повышения цен и тарифов на услуги, цен на субсидируемые товары. Это позволит изъять излишнюю покупательную способность у населения и в то же время повысить покрытие ценами и тарифам затрат, снизить нагрузку на госбюджет и его дефицит.

Кроме балансировки покупательной способности заработной платы необходимы меры по сокращению эмиссионного кредитования экономики с задействованием арсенала инструментов денежно-кредитной политики в сторону её ужесточения.

Этот путь более предпочтителен, так как сохраняются стабильность и управляемость экономикой, но предполагает инициативное энергичное принятие правительством комплекса непопулярных мер, в силу чего реализация таких мер, как правило, вновь и вновь откладывается.

М. Л. ПАЩУК

Научный руководитель Т. Н. САХАРОВА, канд. психол. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Учреждение образования
«МОСКОВСКИЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь; Москва, Россия

Проблема адаптации в той или иной мере касается всех категорий работающих, но наиболее остро она стоит для молодых специалистов. С позиции управления персоналом наибольший интерес представляет производственная адаптация. Именно она является инструментом в решении такой проблемы, как формирование у нового работника требуемого уровня производительности и качества труда в более короткие сроки. В процессе приспособления человека к производственной среде возникает немало вопросов: нужно ли принимать работнику среду как должное и всеми силами приспосабливаться к ней или требовать изменения самой среды, каковы средства воздействия на человека и т.д. Поэтому следует различать активную адаптацию, когда индивид стремится воздействовать на среду с тем, чтобы изменить ее, и пассивную, когда он не стремится к такому воздействию и изменению. Наиболее эффективной представляется адаптация как процесс активного приспособления индивида к изменяющейся среде с помощью соответствующего управляющего воздействия и использования различных средств (организационных, технических, социально-психологических и т.п.). Особое внимание к молодым специалистам необходимо проявлять в первые три месяца их работы, когда сказывается недостаточный уровень освоения профессии, весьма напряженными представляются нормы выработки, не всегда фактические условия и уровень организации труда и производства соответствуют ожиданиям в отношении сферы приложения труда и выбранной профессии. Среди мер, способствующих сокращению периода адаптации, можно выделить хорошо поставленную профессиональную ориентацию. Это позволяет выявить работников, вероятность успешной адаптации которых к данным факторам производственной среды наиболее высока. Успешной психофизиологической адаптации способствуют мероприятия по приспособлению среды к человеку: улучшение условий труда, учет эргономических требований при организации рабочего места.

Р. И. ВАЛИЕВ, Р. Г. ХАКИМОВ

Научный руководитель Ю. И. ШАКИРОВ, канд. техн. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КАМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
АКАДЕМИЯ»

Набережные Челны, Россия

Ресурс работы подавляющего большинства узлов и деталей машин определяется их поверхностными свойствами, такими, как микротвердость, износостойкость и др. Для увеличения долговечности деталей путем поверхностной модификации, в частности, используется плазменная техника. Необходимость плазменной модификации поверхностных слоев материалов вызвана тем, что изготавливаемые из них изделия требуют повышения служебных характеристик, увеличения долговечности и надежности.

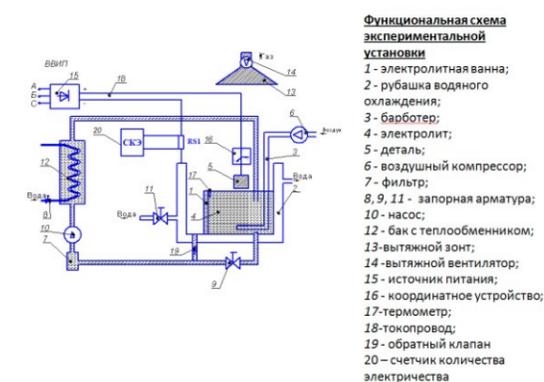


Рис. 1. Функциональная схема экспериментальной установки

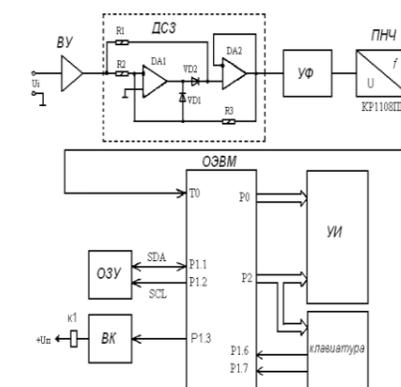


Рис. 2. Функциональная схема счетчика количества электричества

Для качественной очистки и снятия заусенцев разработана система управления плазменной электротермической установки (ПЭТУ) (рис. 1) и функциональная схема счетчика количества электричества (рис. 2).

Предложен способ снятия заусенцев и очистки поверхности изделий сложной конфигурации в электрическом разряде, при которых шероховатость снижается до 0,16-0,08 мкм.

Определены оптимальные режимы работы обработки материалов на ПЭТУ.

УДК 681.5.015
АЛГОРИТМЫ ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ СВАРОЧНЫМИ
РОБОТАМИ-МАНИПУЛЯТОРАМИ ПРИ НАЛИЧИИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ

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

Одной из важных задач при разработке роботизированных технологических комплексов является задача программного управления роботами-манипуляторами при наличии технологических ограничений. Такие проблемы возникают на автомобилестроительных предприятиях, где сборочно-сварочные операции составляют 40–50 % в объёме общей трудоемкости, и создание легко перенастраиваемого оборудования на базе промышленных роботов-манипуляторов является экономически целесообразным.

Предложен новый алгоритм программного управления сварочным роботом-манипулятором, основанный на использовании нейронной сети, которая моделирует весовую функцию, характеризующую расположение робота-манипулятора относительно ограничений на положение технологического инструмента и ограничений на углы сварки. Такой подход в отличие от известных позволяет синтезировать программные движения робота без предварительной проверки его движений на соответствие ограничениям, что обеспечивает приемлемое количество проверок при фиксированном шаге дискретизации.

В соответствии с предложенным подходом первоначально генерируется приближенная программа движения робота, конфигурационное пространство которого дискретизировано с низким разрешением, а также предполагается отсутствие ограничений при движении робота между узлами сетки дискретизации. Если при движении робота под управлением такой программы зафиксирован выход за пределы ограничений, то матрица связей в нейронной сети модифицируется и генерируется новая программа движения при неизменном разрешении сетки дискретизации.

Эффективность предложенного подхода подтверждается результатами тестирования в экспериментальной системе автономного программирования сборочно-сварочных РТК на базе сварочных роботов-манипуляторов серии KR125.

УДК 159.9
ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ВАЖНЫХ КАЧЕСТВ
МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

М. Л. ПАЩУК
Научный руководитель Т. Н. САХАРОВА, канд. психол. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Учреждение образования
«МОСКОВСКИЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь; Москва, Россия

Усиленное внимание к определенному качеству личности молодого специалиста позволяет разрабатывать практические рекомендации по учету, коррекции и целенаправленному формированию данного свойства в профессиональной деятельности. Можно назвать ряд личностных качеств, выступающих как профессионально важные практически для любого вида профессиональной деятельности. Это прежде всего ответственность, самоконтроль, профессиональная самооценка. Некоторые свойства темперамента (в частности, экстра-интроверсия) также оказываются значимыми. Особенно важна в профессиональной деятельности роль самооценки. Высокие оценки приводят к тому, что деятельность профессионала детерминирована потребностями аффективного плана; типична переоценка собственных возможностей. Низкие оценки связаны с боязнью принятия решений, медлительностью и пассивностью. В обоих случаях нарушено вероятное прогнозирование в деятельности. Результат – существенное снижение общей эффективности. Эмоциональная устойчивость как способность сохранить оптимальные показатели деятельности также во многом зависит от особенностей самооценки. Так, интроверты лучше справляются с работой, требующей повышенной бдительности, точности. Во время напряженных рабочих ситуациях они проявляют большую склонность к тревожным реакциям, отрицательно влияющим на успешность деятельности. Экстраверты же менее точны, но лучше ориентируются в напряженных рабочих ситуациях. Среди собственно личностных свойств чаще всего упоминается в качестве универсального ПКВ ответственность. Ответственность рассматривается рядом авторов как одно из свойств, характеризующих направленность личности, влияет на процесс и результаты профессиональной деятельности прежде всего через отношение к своим рабочим обязанностям и к своим профессиональным качествам. Большинство других личностных качеств является более специфическим и важно лишь для определенных видов профессиональной деятельности.

Н. А. ОСИПЕНКО

Научный руководитель А. В. АЛЕКСАНДРОВ, канд. экон. наук, доц.

Учреждение образования

«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

им. А.А. Кулешова»

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Одним из эффективных средств, используемых предприятиями на рынке в конкурентной борьбе, является маркетинг, от организации которого зависит их коммерческий успех и достижение стратегических целей. В этой связи особое внимание необходимо уделять планированию как одной из функций управления маркетингом на предприятии. Выделяют стратегическое и текущее планирование маркетинговой деятельности. Стратегическое планирование маркетинга позволяет определить направления деятельности и необходимые задачи, являясь при этом основой для разработки более детального плана. Сам процесс текущего планирования включает следующие этапы:

- проведение ситуационного анализа, результатом которого выступает оценка возможностей маркетинга;
- определение целей маркетинговой деятельности;
- разработка стратегий маркетинга, предполагающая определение целевого рынка и позиционирование товара;
- разработка комплекса маркетинга;
- разработка прогноза продаж;
- оценка прибыли;
- оценка и контроль маркетинговой деятельности.

Как видно, позиционирование товара занимает свое определенное место в процессе планирования маркетинга. Однако следует отметить, что позиционирование товара – это не только определение желаемого места на рынке среди конкурентных видов продукции, но и места в сознании целевых потребителей. В этой связи важным моментом является разработка и последующая реализация комплекса маркетинга, включающего ценовую, товарную, коммуникационную стратегию и оптимальную систему товародвижения.

В целом грамотное позиционирование позволит предприятию адаптироваться и укрепить свои позиции на рынке за счет сформированных конкурентных преимуществ, способных выгодно выделить продукцию из всей товарной массы и привлечь потребителей.

А. С. ДЕМЯНЧИК

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

Учреждение образования

«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Барановичи, Беларусь

Оксид алюминия (Al_2O_3), как один из самых перспективных керамических материалов, является основой серии керметов.

Применительно к оксидной керамике обычно отрицается возможность получения основы из высшего и низших оксидов (субоксидов), например, алюминия, так как его субоксиды или неполные оксиды (AlO и Al_2O_3) стабильны только при высоких температурах, приближающихся к температуре плавления высшего оксида (Al_2O_3).

При всех своих достоинствах (твердости, прочности, тепловой стойкости) керамика на основе алюминия имеет один главный недостаток – это хрупкость, что ограничивает применение ее, например, при изготовлении металлорежущих резцов. Обычно, для устранения или уменьшения хрупкости керамики, в оксид алюминия добавляют TiC , или другие оксиды, что приводит к удорожанию получаемой композиции.

Разработка новых способов получения композиций на основе оксидной керамики при одновременном получении и стабилизации в процессе спекания субоксидов (низших оксидов), позволяет увеличить вязкость и снизить хрупкость керамического материала, обеспечивая тем самым и значительное расширение области его использования, например, для изготовления высокопрочных режущих пластин.

В данной работе применяются два способа получения высокопрочных металллокерамических материалов:

- 1) получение оксидно-субоксидной керамики (ОСК) путем введения в основной оксид одноименного металла;
- 2) получение оксидно-субоксидной керамики методом введения в основную оксид металла-восстановителя.

По первому способу были получены режущие пластины из ОСК на основе оксида алюминия, которые подверглись механическим испытаниям на изгиб, сжатие и износостойкость в сравнении с лучшими видами режущих пластин, выпускаемыми в России. Образцы, полученные из ОСК по своим эксплуатационным свойствам превзошли некоторые эксплуатационные характеристики российских образцов (например, по коэффициенту трения по стали), по другим характеристикам – не уступали им, что позволяет рекомендовать эти пластины для внедрения в производство.

И. Ю. ИВАНОВ

Научный руководитель В. Я. ДУГАНОВ

Государственное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. Шухова»

Белгород, Россия

Переносной станок для обработки вкладышей крупногабаритных подшипников скольжения предназначен для использования при монтажных и ремонтных работах в горнорудной, цементной промышленности и других отраслях, в которых применяются вращающиеся агрегаты.

Диаметр вкладышей таких подшипников может достигать 3 метров с допуском не более 0,3 мм на диаметр, а допуск на отклонение формы рабочей поверхности не более 0,5 мм.

На предприятиях, изготавливающих такого рода оборудование, рабочие поверхности подшипников растачивают на горизонтально-расточных, или карусельных станках. Такая механическая обработка с базированием изделия по буртикам на корпусе обеспечивает требуемую точность посадочного диаметра.

На предприятиях, эксплуатирующих такое оборудование в цехах или на горно-обогатительных комбинатах, крупных станков, позволяющих вести расточку посадочного диаметра как правило нет. Обработка рабочей поверхности подшипника, залитой баббитом производится ручным шабрением с использованием шаблонов.

На кафедре технологии машиностроения БГТУ им. В.Г.Шухова по заказу ремонтного управления компании «Алроса» разработан переносной станок для механизированной обработки внутренней цилиндрической поверхности подшипников скольжения.

Д. Ю. ОРЛОВ, Р. А. КУЗНЕЦОВ

Научный руководитель Ю. А. ОРЛОВ, канд. техн. наук, доц.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А.Г. и Н.Г. Столетовых»

Владимир, Россия

Анализ документации автотранспортного предприятия ГК «Автотракт» показал, что в большой организации целесообразно применять средства автоматизации моделирования бизнес-процессов, например AllFusion Process Modeler. Это позволит повысить результативность описания, автоматизации, реинжиниринга и декомпозиции процессов.

Объединим процессы осуществления гарантийного, технического обслуживания и платного ремонта автомобилей в один (рис. 1). Определим входы и выходы процесса, управляющее и обеспечивающее воздействие и проведем его декомпозицию (рис. 2). Для этого разобьем основной процесс на три подпроцесса, которые в свою очередь могут быть еще разбиты на подпроцессы. При этом необходимо соблюдать принципы контекста, функциональной декомпозиции и ограничения сложности составляющие основу нотации IDEF0.

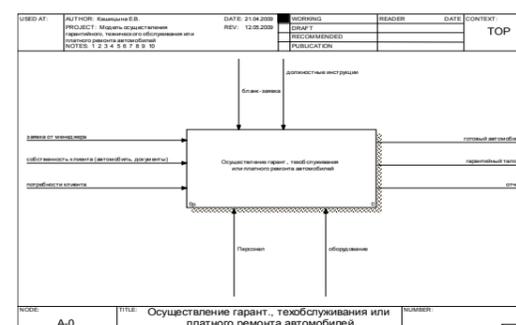


Рис. 1 Основной процесс

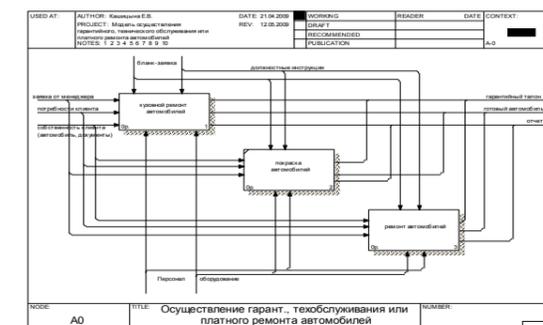


Рис. 2 Декомпозиция основного процесса

Процессный подход, используемый в новой версии международных стандартов серии ГОСТ Р ИСО 9001-2008, требует применения специальных средств для описания и классификации процессов, составляющих деятельность организации одним из которых является методология функционального моделирования IDEF0 и система автоматизации AllFusion Process Modeler.

УДК 656.07
ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ
УПРАВЛЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Д. Ю. ОРЛОВ, Е. В. АРЕФЬЕВ
Научный руководитель Ю. А. ОРЛОВ, канд. техн. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А. Григорьевича и Н.Г. Столетовых»
Владимир, Россия

Сложившаяся на сегодняшний день ситуация в мировой экономике заставляет искать новые пути повышения эффективности функционирования автотранспортных предприятий. Финансовые трудности диктуют необходимость организационно-структурной реорганизации и реинжиниринга бизнес-процессов предприятия.

Стохастическая динамика поведения экономики в современных условиях создает трудности в применении стандартных методов и подходов управления предприятием, планирования ресурсов, кадрового, финансового и прочего обеспечения. Необходима полная оптимизация всех процессов с применением современных инструментов автоматизации и моделирования на основе принципов формализации, структурного и объектно-ориентированного анализа.

Табл. 1. Международные стандарты менеджмента (MSS)

Универсальные	
<i>Стандарт</i>	<i>Область применения</i>
ISO 9001	Система менеджмента качества
ISO 14001	Система экологического менеджмента
OHSAS 18001	Система управления охраной труда
SA 8000	Социальная ответственность
Специализированные промышленные	
<i>Стандарт</i>	<i>Отрасль промышленности</i>
QS 9000	Автомобильная

Решением этой задачи может являться внедрение современной интегрированной системы управления автотранспортным предприятием на основе международных стандартов систем менеджмента (MSS – Management System Standards) указанных в табл. 1. Особый интерес в сложившихся условиях, представляет стандарт SA 8000, как надежный и эффективный способ проявления социальной ответственности.

УДК 621.787.4
ИССЛЕДОВАНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ШАРОВ В ИНСТРУМЕНТЕ
ДЛЯ СУПЕРФИНИШНОЙ ПНЕВМОЦЕНТРОБЕЖНОЙ ОБРАБОТКИ

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

Скорость вращения шаров в инструменте для суперфинишной пневмоцентробежной обработки (ПЦО) зависит от большого количества факторов (диаметр, количество, форма и расположение сопел; материал дисков инструмента; диаметр шаров и их масса; диаметр заготовки; режимы процесса; схема расположения инструмента в процессе обработки), поэтому определить ее теоретически возможно лишь с большой погрешностью.

Практическое определение скорости вращения шаров в инструменте позволит быстро найти оптимальные режимы обработки на этапе поисковых исследований для разных диаметров отверстий заготовок и различных вариантов используемого инструмента и оснащения.

Для определения скорости вращения шаров на практике использовался стробоскопический метод измерений частоты вращения шаров, основанный на освещении вращающихся тел короткими повторяющимися с известной частотой импульсами света и наблюдении при этом освещении кажущейся остановки шаров (при совпадении частот). Зная частоту вспышек, можно определить частоту вращения шаров (Гц), а затем, используя физические преобразования, перейти к скорости вращения шаров. Для определения частоты вращения шаров в инструменте для суперфинишной ПЦО применялся низкочастотный с импульсной лампой стробоскоп СШ-2.

Стробоскопические исследования позволили не только измерить частоту вращения шаров при оптимальных режимах обработки, но и построить зависимости частоты вращения шаров от давления, числа сопел и количества шаров в инструменте, анализ которых показал, что при увеличении давления, подаваемого в осевую полость инструмента, и с увеличением числа сопел частота вращения шаров увеличивается.

Оптимальная частота вращения шаров в инструменте диаметром 100 мм, при которой происходит суперфинишная ПЦО, составила 40 Гц, что соответствует линейной скорости шара $V_{ш} = 11,172$ м/с. Для определения частоты вращения шаров в инструменте любого диаметра необходимо воспользоваться известными физическими зависимостями. Это дает возможность просто и при этом эффективно управлять процессом суперфинишной ПЦО.

УДК 665.5
СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ КИСЛОТНОГО ЧИСЛА
ОКСИДАТА

Е. А. КОЛЮКОВИЧ
Научный руководитель И. Ф. КУЗЬМИЦКИЙ, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Диметилтерефталат используется как исходное сырье для синтеза полиэтилентерефталата, который в свою очередь имеет чрезвычайно широкое народнохозяйственное назначение. Из него получают волокна, нити, пленки, литые изделия и т. д.

Стадия окисления предназначена для получения оксидата путем окисления параксилола и пт-эфира (монометиловый эфир паратолуоловой кислоты) кислородом воздуха в пт-кислоту, монометиловый эфир терефталевой кислоты и терефталевую кислоту в присутствии катализатора.

Процесс окисления состоит из нескольких «элементарных» процессов: движение потоков фаз, массообмен между фазами, теплопередача, изменение агрегатного состояния, химические превращения. Ход реакции окисления контролируется по кислотному числу оксидата, которое должно лежать в пределах 90–120, 170–220, 240–260 мг/г для трех последовательных оксидаторов соответственно.

Измерение кислотного числа оксидата выполняют титро-метрическим методом кислотно-основного титрования. За результат испытаний принимают одно наблюдение. Измерения проводятся каждые четыре часа. Погрешность измерения составляет $\pm 8,2\%$.

Предложен новый метод автоматического измерения кислотного числа для получения более полной информации о протекании процесса. Использование емкостного датчика в трубопроводе подачи оксидата и преобразователя емкости, с дальнейшей подачей сигнала на контроллер Simatic S7-300, позволит измерять кислотное число непрерывно. Параметры емкостного датчика рассчитываются в зависимости от диаметра трубопровода и наибольшей емкости. Так как диэлектрическая проницаемость зависит от температуры, то для измерения кислотного числа необходимо будет вводить температурную поправку. Для этого измеряется температура непосредственно за емкостным датчиком с помощью термоэлектрического преобразователя ТХАУ Метран-271-Ех. Далее значение измеренной температуры подается на контроллер Simatic S300. В свою очередь контроллер скорректирует кислотное число по температурной зависимости.

УДК 338
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ АВТОРЕЦИКЛИНГА

Ю. А. МОЙСЕЕНКО
Научный руководитель К. А. ТОКМЕНИНОВ, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В настоящее время отходы являются одной из актуальных и важнейших экологических проблем. Одним из наиболее существенных видов отходов являются отходы транспортного комплекса. Особо остро здесь стоит вопрос утилизации старых автомобилей, называемый авторециклингом.

В настоящее время на рынок Республики Беларусь поступают автомобили как произведенные в странах СНГ, так и в Европе и Америки, однако большинство из них являются бывшими в употреблении. Поэтому проблема утилизации старых автомобилей в Беларуси стоит достаточно остро. Главными причинами такой ситуации является неразвитость системы сбора отходов, низкий уровень экологической сознательности граждан и отсутствие экономической выгоды от сдачи отходов.

При рассмотрении данной проблемы было предложено для утилизации старых автомобилей использовать пресс и шредерную установку, которая выдает металл без примесей, без краски – готовый к переработке. Стоимость «шредерного» металла – то есть сырья, вышедшего из этой установки, в семь раз выше стоимости того сырья, которое в неё закладывалось. Себестоимость утилизации одной машины составляет около 360 долларов. Прибыль, которую получает предприниматель – 33 % от названной суммы.

Самый сложный этап процесса – утилизация масла, тем не менее процесс переработки масла и других горюче-смазочных жидкостей приносит прибыль в размере 100 %. Чистая прибыль за один утилизированный автомобиль выходит в среднем 120 долларов.

В Республике Беларусь проблема утилизации автомобилей является актуальной и имеет перспективы развития. Для улучшения ситуации в нашей стране можно заимствовать иностранный опыт по утилизации автомобилей.

УДК 336.671
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОЛИТИКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИБЫЛИ
НА ПРЕДПРИЯТИИ

Т. В. ЛАЗАРЧИК
Научный руководитель М. С. АЛЕКСАНДРЁНОК, канд. экон. наук, доц.
Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А.А. Кулешова»
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Распределение и использование прибыли является важным хозяйственным процессом, обеспечивающим покрытие потребностей предприятия и формирование доходов государства.

Экономически обоснованная система распределения прибыли, в первую очередь, должна гарантировать выполнение финансовых обязательств перед государством и максимально обеспечить производственные, материальные и социальные нужды предприятия.

Таким образом, механизм распределения прибыли должен включать оптимальное соотношение доли прибыли, аккумулируемой в доходах государственного бюджета в виде налога на прибыль и остающейся в распоряжении предприятия в виде чистой прибыли.

В свою очередь, распределение чистой прибыли позволяет расширять деятельность предприятия за счет собственных, более дешевых источников финансирования, при этом снижаются его финансовые расходы на привлечение дополнительных источников.

Обеспечивая производственные, материальные и социальные потребности за счет чистой прибыли, предприятие должно стремиться к установлению оптимального соотношения между фондами накопления и потребления с тем, чтобы учитывать условия рыночной конъюнктуры и вместе с тем стимулировать и поощрять результаты труда своих работников.

Особое значение имеет направление чистой прибыли на выплату дивидендов по акциям и вкладам членов трудового коллектива в имущество предприятия.

При этом следует заметить, что для акционерных обществ направление чистой прибыли на выплату дивидендов является важнейшей проблемой их политики и стратегии. От размера дивидендов зависит курс акций данного предприятия, объем и возможные изменения собственного капитала, необходимость привлечения внешних источников.

УДК 621.91.002
ПРОЕКТНЫЕ РАСЧЕТЫ УГЛОВЫХ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ
МЕТОДОМ ПОЛНОЙ ВЗАИМОЗАМЕЯЕМОСТИ

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

Данная работа направлена на усовершенствование методики расчета угловых размерных цепей, применяемой при анализе конструкции машин и технологических процессов сборки. На данный момент отсутствует методика проектных расчетов, пригодная для практики, что значительно увеличивает трудоемкость проектирование новых изделий.

Анализ построения системы допусков угловых размеров по ГОСТ 8908-81 и системы допусков параллельности, перпендикулярности, наклона, торцевого биения по ГОСТ 24643-81, позволил выявить закономерности определения величин стандартных допусков угловых размеров, разработать зависимость для компактного математического выражения стандартного допуска в зависимости от длины и номера степени точности допуска звена:

$$AT_i = AT_1 \cdot \varphi^{n-1} \cdot \lambda^{m-1},$$

где: $AT_1=0,4$ мкм – исходный минимальный допуск для первой степени точности и первого интервала длин; n – номер степени точности допуска; m – номер интервала минимальной длины стороны нормируемого угла; φ , λ – коэффициенты геометрических прогрессий.

Это позволяет использовать метод равноточных допусков и на этой основе создать приемлемую для практических расчетов методику расчета угловых размерных цепей.

Предложенная методика проектных расчетов угловых размерных цепей позволяет значительно снизить трудоемкость определения рациональных допусков составляющих звеньев. Работоспособность методики проверена при расчетах угловых цепей конкретных изделий (насосов, редукторов и пр.). Применение методики позволило снизить требования к точности допусков на 2...3 степени точности.

Данная методика может быть полезной для инженеров конструкторов и технологов, занимающихся проектированием изделий машиностроения и техпроцессов их изготовления. Также данная методика может быть использована студентами машиностроительных специальностей при выполнении расчетов в курсовых и дипломных проектах.

А. С. ЛИПНИЦКИЙ

Научный руководитель В. А. ТОМИЛО, д-р техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Стальная составляющая толкателя клапана, в соответствии с классификацией деталей [1], получаемых объемной штамповкой, представляет собой осесимметричную деталь с глубокой глухой ступенчатой полостью и с фланцем в нижней части. Технология получения таких деталей по числу переходов, силовому режиму и по сложности конструкции инструмента оценивается показателем условной сложности наладки (1–9 в порядке повышения сложности), как очень сложная – 7–9.

Приводятся результаты исследований трех схем полугорячей однопереходной штамповки поковки толкателя (рис. 1, а, в), выполненных на основе расчетов давления деформируемого металла на пуансон при обратном выдавливании [1] и компьютерного моделирования с использованием современных программных комплексов объемной штамповки.

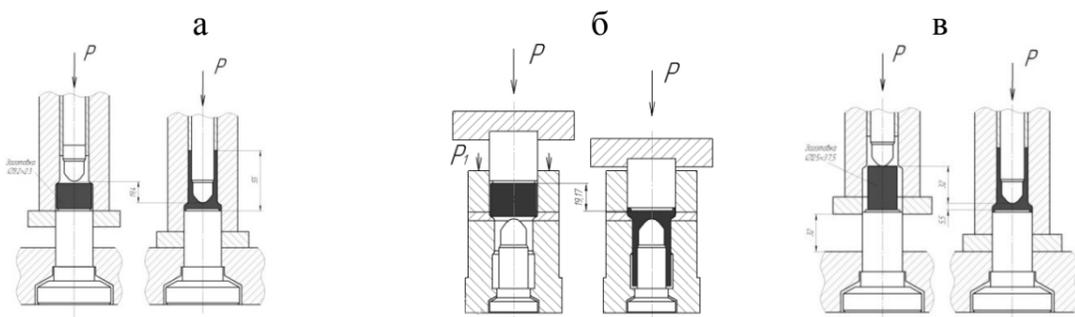


Рис. 1. Альтернативные схемы пластического формообразования поковки стальной составляющей толкателя клапана

Приведенные схемы пластического формообразования поковки стальной составляющей толкателя клапана используют различные формоизменяющие операции, отличающиеся кинематикой течения металла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковка и штамповка: справочник в 4 т. / Под ред. Г. А. Навроцкого – М. : Машиностроение, 1987. – Т. 3. – 384 с.

Т. В. ЛАЗАРЧИК

Научный руководитель М. С. АЛЕКСАНДРЁНОК, канд. экон. наук, доц.

Учреждение образования

«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

им. А.А. Кулешова»

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Главная цель деятельности коммерческого предприятия – получение и максимизация прибыли. Прибыль как категория рыночных отношений выполняет следующие функции:

- характеризует экономический эффект, полученный в результате деятельности предприятия;
- является основным элементом финансовых ресурсов предприятия;
- является источником формирования бюджетов разных уровней.

Кроме того, для предприятия прибыль является показателем, создающим стимул для инвестирования в те сферы, где можно добиться наибольшего прироста стоимости.

Поэтому большое значение имеет выявление факторов, влияющих на абсолютную величину и относительный уровень прибыли предприятия. Важнейшие среди них: вид деятельности предприятия, стоимость сырья, труда, технологии, которые использует для производства продукции, объемы реализации, качество и конкурентоспособность продукции.

Следовательно, для максимизации прибыли предприятию необходимо использовать следующие мероприятия:

- повышение организационно-технического уровня работы предприятия;
- повышение качества продукции (услуг), за счет использования новейшего компьютерного оборудования, повышения образовательного уровня специалистов;
- поиск наиболее выгодных клиентов;
- ведение учета прибыли, затрат и себестоимости не на весь объем производства, а на единицу продукции в разрезе ее каждого вида;
- внедрение статистического контроля за выполнением планов реализации продукции и получением прибыли;
- выявление резервов увеличения суммы прибыли и рентабельности, разработка мероприятий по использованию выявленных резервов.

Д. В. КУРОЧКИН

Научный руководитель С. С. ПОЛОНИК, д-р экон. наук, проф.

Учреждение образования

«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

им. А. А. Кулешова»

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Минск, Беларусь

Проведенный анализ современной теоретической базы контроллинга выявил наличие нескольких различных концепций и множества определений, в которых смешиваются функциональный и институциональный аспекты. Современные концепции контроллинга классифицированы по признаку целевой ориентации на четыре группы: ориентированные на систему учета; цели прибыльности; информационное обеспечение, систему управления. На мой взгляд, наиболее отвечает современным потребностям управления последняя из перечисленных концепций контроллинга. В рамках данной концепции контроллинг определяется как подсистема системы управления, осуществляющая координацию всей управленческой системы для обеспечения целенаправленного управления организацией.

Однако в Республике Беларусь с учетом сложившейся экономической модели, необходимо ориентировать концепцию контроллинга на управление качеством и инновационность развития предприятия, первоочередность внедрения инноваций и управления ими в рамках управленческой системы предприятия. Данный подход согласуется с целевой ориентацией экономического развития Республики Беларусь на всеобщее управление качеством и инновационность. Концепция инновационного развития Республики Беларусь заложенная в Программе социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011–2015 годы, Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2011–2015 годы соответствует предлагаемому направлению внедрения на предприятиях Республики Беларусь эффективной системы контроллинга, на основе концепции, ориентированной на все подсистемы управления с уклоном на управление качеством и инновациями. Проект Национальной инновационной стратегии развития Республики Беларусь на 2011–2025 годы также необходимо скоординировать на построение эффективной модели управления качеством и инновациями на основе внедрения системы контроллинга на предприятиях Республики Беларусь.

Указанные мероприятия позволят обеспечить конкурентоспособность отечественной продукции, путем создания эффективной системы управления качеством и инновациями на основе внедрения систем контроллинга на микроуровне.

В. В. ЛИХАВИЦКИЙ

Научный руководитель С. С. КАРПОВИЧ, канд. техн. наук

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Для упрощения технологии изготовления резца с радиусной режущей кромкой и оптимизации процесса стружкообразования и ее удаления из зоны резания с целью снижения энергоемкости процесса резания предлагается новая конструкция круглого резца. Сама конструкция резца приведена на рис. 1.

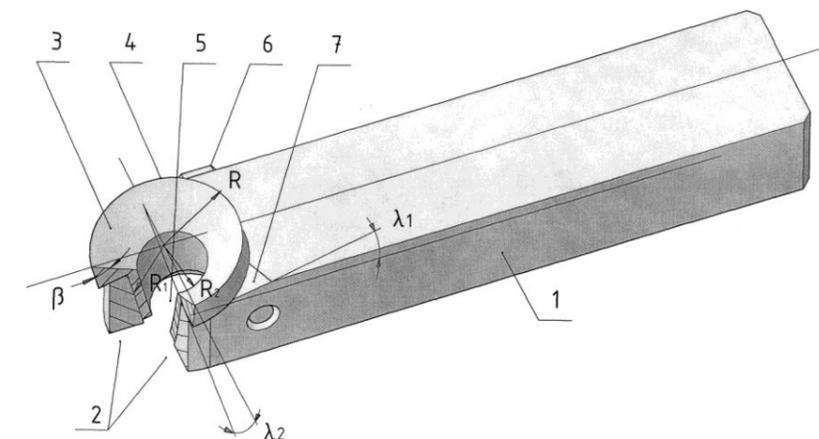


Рис. 1. Резец с радиусной режущей кромкой: 1 – стальной корпус резца; 2 – головка; 3 – хвостовик режущего элемента; 4 – торцевая режущая кромкой радиусом R ; 5 – сквозное отверстие радиусом R_2 для удаления стружки; 6 – стопорный болт; 7 – отверстие радиусом R_1 в головке резца перпендикулярно плоскости, которая наклонена вдоль корпуса резца под углом λ_1 относительно горизонтальной плоскости и одновременно под углом λ_2 в вертикальной плоскости

Рабочая часть режущей кромки 4 условно делится на три участка: черновой, получистовой и чистовой обработки. Качество обработанной поверхности заготовки обеспечивает чистовой участок рабочей части. После его затупления он смещается против часовой стрелки и занимает положение получистовой обработки, а на его место поворотом режущего элемента 3 вокруг своей оси вводится в работу новый участок режущей кромки 4. Таким образом, каждый участок режущей кромки поочередно выполняет функции чистового, получистового и чернового участков, тем самым увеличивая ресурс инструмента.

УДК 621.774.35
НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГОРЯЧЕКАТАННЫХ ТРУБ
РУП «БМЗ»

О. Н. МАСЮТИНА
Научный руководитель В. А. ТОМИЛО, д-р техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Технологический процесс производства бесшовных горячедеформированных труб включает следующие операции:

- подготовка и нагрев трубных заготовок в кольцевой печи;
- прошивка заготовки в двухвалковом прошивном стане поперечно-винтовой прокатки;
- раскатка гильзы в раскатном стане непрерывного типа с одной клетью предварительного обжата гильзы;
- извлечение оправки в извлекательно-калибровочном стане;
- обкатка трубы в двадцати восьми клетьевом трехвалковом редуционно-растяжном стане;
- отделка и контроль качества готовой трубы;
- пакетирование, отгрузка и хранение готовой продукции.

Круглая горячекатаная трубная заготовка диаметрами 140 и 160 мм проходит визуальный контроль, затем разрезается пилами на мерные длины, после чего транспортируется к загрузочному окну печи.

После нагрева заготовки направляются к валкам прошивного стана, где происходит прошивка сплошной заготовки в полые гильзы. Прошивка осуществляется в двухвалковом прошивном стане винтовой прокатки с дисками Дишера.

Далее технологический процесс производства бесшовных горячедеформированных труб предусматривает прокатку гильзы в трехвалковом стане непрерывного типа («PQF»), где происходит её последовательное обжатие. После прокатки на раскатном стане PQF черновую трубу вместе с оправкой транспортируют к трёхклетьевому стану – извлекателю, где производят снятие трубы с оправки, затем черновые трубы передаются к редуционно-растяжному стану, где происходит формирование окончательных размеров. После редуционно-растяжного стана трубы охлаждают и транспортируют к поперечно-роликовой правильной машине, где подвергают правке с целью устранения кривизны.

После правки трубы передают на установку неразрушающего контроля, на которой определяют наличие и глубину дефектов, после чего трубы маркируют и увязывают в пакеты, а затем складываются на складе готовой продукции.

УДК 339.56338
СТИМУЛИРОВАНИЕ ЭКСПОРТА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ
ТОВАРОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

И. В. КРИВЕНКОВА
Научный руководитель В. М. РУДЕНКОВ, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Минск, Беларусь

Научно-техническая продукция классифицирована в кодах товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности (ТН ВЭД), базируясь на перечне, разработанном Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) на основе анализа Standard International Trade Classification (SITC) в кодах Стандартного международного торгового классификатора ООН (СМТК), и учитывая рекомендации ОЭСР относительно классификации высокотехнологичных продуктов.

Указанный классификатор позволяет проанализировать экспортно-импортные потоки высокотехнологичных товаров и провести сопоставимый сравнительный анализ относительно других стран. Динамика экспортно-импортных операций Республики Беларусь наукоемкой и высокотехнологичной продукцией, сгруппированной в отраслевом разрезе, красноречиво отражает тенденцию роста экспортно-импортных потоков относительно временной оси как в целом по всем товарам, так и в отношении наукоемкой и высокотехнологичной продукции.

Посредством реализации целого комплекса мер, начиная с июля 2011 года, удастся кардинально изменить ситуацию и, как результат, появится положительное сальдо внешней торговли товарами. Однако относительно высокотехнологичной продукции экспортно-импортный вектор своего направления существенно не меняет.

Увеличение доли наукоемкого экспорта предполагается осуществить:

- 1) путем создания в стране системы государственной поддержки промышленного экспорта (кредитование, страхование, гарантирование сделок, информационная и дипломатическая поддержка), сопоставимой с такими системами в странах-конкурентах и отвечающей нормам и правилам ВТО;
- 2) посредством устранения из налоговой практики методов, делающих невыгодными производство и реализацию наукоемкой и высокотехнологичной продукции;
- 3) за счет формирования за рубежом сети маркетинга (международного производства) промышленной продукции, в том числе на основе целевых капитальных вложений фирм при той же государственной поддержке.

Л. А. КЛИМОВА, А. И. ЛУЦЕЕВА

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

Процесс выбора поставщиков – трудоемкое и ответственное занятие. Главная проблема – отсутствие единичного (комплексного) критерия оценки поставщика. Поэтому, чтобы быть уверенным в выборе, необходимо анализировать всю деятельность поставщика.

Выбор поставщика осуществляется по результатам анализа рынка, переговоров и оценки предложений. Политика предприятия в отношении выбора поставщика предполагает анализ условий поставки, то есть цены и качества товара, скидок, условий платежа или предоставления кредита, условий доставки и сервиса. Процедура получения и оценки предложений от потенциальных поставщиков может быть организована по-разному. Наиболее эффективными являются: тендеры (проводятся в случае, если предполагается закупить сырьё, материалы, комплектующие на конкурсной основе; тендеры выгодны как поставщику, так и покупателю с позиции возможности выбора наиболее качественного сырья и материалов по приемлемым ценам); письменные переговоры (инициатива вступления в переговоры исходит от поставщика товара либо инициатива исходит от покупателя); твердая оферта (направляется одному покупателю с указанием срока ее действия, в течение которого продавец не может изменить свои условия); свободная оферта (не включает никаких обязательств).

Оценка предложений поставщиков осуществляется потребителем без их формализации в виде свободной процедуры, либо на конкурсной основе, когда процедура и критерии отбора заранее регламентированы и объявлены. Независимо от выбираемого способа, оценка предложений, поступивших к потенциальному потребителю, может вестись разными способами. Это может быть строго регламентированный процесс или свободная процедура.

При прочих равных условиях предпочтительнее воспользоваться услугами местных поставщиков. Источником информации для составления списка поставщиков является изучение рынка сырья и материалов. Когда поставщиков немного, то критериями выбора наиболее подходящего из них служат сравнительные производственные мощности, цены на закупаемые материалы, надежность поставщиков. Выбирается поставщик, в наиболее полной степени соответствующий названным критериям.

О. Н. МАСЮТИНА

Научный руководитель В. А. ТОМИЛО, д-р техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Рассматривая осевую зону металла в очаге деформации при прошивке, следует отметить, что схема напряженно-деформированного состояния здесь разноименная. Такая схема не является оптимальной, так как может вызвать разрушение металла, если будет достигнуто критическое обжатие. Повысить критическое обжатие можно за счет изменения обычной схемы напряженно-деформированного состояния (по двум осям растяжение и по одной оси сжатие) на новую (по двум осям сжатие и по одной оси растяжение). Такое изменение схемы напряженного состояния может быть получено, если изменить скольжение и создать дополнительные подпирющие силы. Это можно реализовать, если на пути течения металла в очаге деформации на валках выполнить гребни, которые будут создавать дополнительное сопротивление течению металла, а это приведёт к смене схемы напряженного состояния металла в очаге деформации. Сделанные заключения легли в основу новых типов калибровок валков прошивных станков – это пазовая, кольцевая и винтовая калибровки.

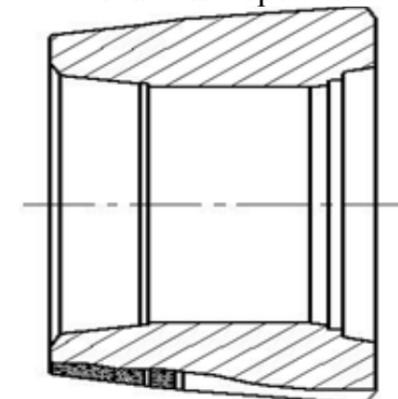


Рис. 1. Профиль валка с двойным пережимом

В современном производстве бесшовных горячедеформированных труб максимальный эффект снижения критического обжатия дает валок с двойным пережимом (рис. 1).

В основу калибровки положен принцип дробления деформации. В этом случае валок разбивается на отдельные участки, в которых осуществляются отдельные обжатия, которые значительно меньше критических, с последующим прохождением участка, где обжатие не производится.

УДК 621.9

ДОСТИЖЕНИЕ ТОЧНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

М. Н. МИРОНОВА

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

Среди многочисленных путей обеспечения точности механической обработки лезвийным инструментом наиболее действенным является снижение отдельных погрешностей обработки за счет первоначальной настройки станков, обеспечения оптимальных режимов резания, а также ручной и автоматической поднастройки.

При этом желательнее обеспечить комплексный подход к решению такой задачи и, следовательно, осуществить многокритериальную оптимизацию параметров технологического процесса и технологической оснастки. Средством такой оптимизации могли бы стать интеллектуальные системы на основе использования функциональных семантических сетей, учитывающие функциональные взаимосвязи между параметрами технологических процессов, которые, однако, в настоящее время получили ограниченное распространение.

Кроме того, недостаточно внимания уделяется вопросам оптимизации параметров станочных приспособлений. Это связано, в первую очередь, с возникновением при решении задач оптимизации трудностей, вызванных их многокритериальностью, а также значительной сложностью пространства поиска. В то же время, в связи с увеличением требований к точности изделий машиностроения, необходимо учитывать точность изготовления приспособления, точность его установки на станке, а также износ установочных элементов.

Таким образом, решение задачи обеспечения точности обработки должно, в свою очередь, опираться на решение подзадачи – оптимального проектирования станочных приспособлений, учитывающего фактическое состояние технологического оборудования и его взаимосвязи с параметрами технологического процесса.

Для реализации комплексного подхода к решению такой задачи была создана интеллектуальная система, предназначенная для управления точностью механической обработки и оптимального проектирования станочных приспособлений. Система позволяет как успешно решать задачу, связанную с обеспечением точности, так и математически корректно обеспечить наибольший запас точности на основе решения задачи многофакторной оптимизации на семантической сети.

УДК 339.138

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПОСТАВЩИКОВ

Л. А. КЛИМОВА, А. И. ЛУЦЕЕВА

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

Для оценки потенциальных поставщиков сырья и материалов предприятие-покупатель должно проанализировать их технические, производственные, финансовые и управленческие возможности.

Технические возможности поставщика обусловлены состоянием его инженерного проектирования, качеством и организацией проведения НИ-ОКР, сменного совершенствования применяемых технологий производства, уровнем развития техники. Особого внимания заслуживают поставщики, которые могут дать покупателю рекомендации по снижению себестоимости его продукции, совершенствованию применяемых технологий использованного оборудования.

Производственные возможности поставщика можно определить, если проанализировать: эффективность и завершенность его производственного цикла; имеющийся опыт по производству данной продукции; наличие связей с другими поставщиками; используемые для производства сырье, материалы, комплектующие.

Финансовые возможности – это способность поставщика финансировать процесс производства и сбыта продукции в размерах, достаточных для выполнения заказов в срок, содержания адекватных выполнению производственной программы запасов сырья и материалов, а также запасов готовой продукции. Следует проанализировать кредитоспособность поставщика, ликвидность оборотных средств, оборачиваемость оборотных средств, рентабельность, способность поставщика увеличивать размеры основного капитала за счет внешних источников финансирования и собственной деятельности.

Управленческие возможности поставщика оцениваются покупателями с точки зрения: способности поставщика планировать, организовывать, стимулировать и контролировать процесс выполнения заказов покупателя; управления запасами (производственными и сбытовыми); составления графиков отгрузки продукции в адрес покупателей; организации ритмичного выпуска продукции; интенсивности использования оборудования; квалификации управленческих кадров в сфере сбыта.

После проведения анализа по основным критериям отсеиваются нежелательные поставщики, а с оставшимися начинают коммерческие переговоры и сотрудничество.

А. П. ДУБИНИНА

Научный руководитель В. В. ПОЗНЯКОВ, д-р филос. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Учреждение образования
«РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ИНСТИТУТ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ»
Могилёв, Минск, Беларусь

Тема идентичности и идентификации становится одной из главных тем в общественной мысли конца XX – начала XXI вв. Известный американский футуролог А. Тоффлер писал, что миллионы людей ищут собственную идентичность или терапию, которая облегчает воссоединение их личности, чтобы победить хаос, внутреннюю энтропию, сформировать собственный порядок.

Понятие идентичности становится актуальным в современном мире. Оно отражает соответствие личного всеобщему, определяет соответствие разнообразия универсальному, характеризует состояние принадлежности индивида надиндивидуальному целому – истории, обществу, культуре.

Стремление к осмыслению идентичности в современном обществе обусловлено усложнением и развитием разнообразия социальных отношений и формированием мировой культуры; развитием культурного самосознания; усилением влияния массовой культуры; развитием виртуальности. В этой ситуации появляется необходимость осмысления собственного пути в переходные для развития общества и культуры периоды. Идентичность и проблема кризиса идентичности являются результатом культуры позднего модерна (Ю. Хабермас, А. Гидденс, М. Серто). Кризис идентичности обнаруживает себя в различных формах: депрессиях, стремлении ухода от реальности, проявлениях избыточной властности, употреблении наркотиков, отрицании всех ценностей и идеалов, увлечении мистикой и магией, в ксенофобии, конформизме. Кризис индивидуальной идентичности свидетельствует о кризисе общественных систем. В информационную эпоху проблемы, связанные с осмыслением социальных и культурных идентичностей, умножаются. Встаёт проблема поиска новой идентичности, когда преодолевается разрыв между практикой постоянных социальных изменений и внутренняя готовность общества и культуры воспринять их. При этом встаёт ещё одна задача – сохранение устойчивости внутреннего духовного опыта, тогда процессы идентичности приобретут подлинно гуманистический смысл.

С. В. МОЛОСТОВ

Научный руководитель В. П. УМНОВ, канд. техн. наук, доц.
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А.Г. и Н.Г. СТОЛЕТОВЫХ»
Владимир, Россия

Одной из задач, решаемых при проектировании манипуляционных систем транспортных и технологических роботов, является разработка системы статической силомоментной разгрузки. Разработка системы статической моментной разгрузки в роботах с параллельной кинематикой имеет свои особенности, обусловленные стационарным замыканием кинематических цепей, требующим учета эффекта взаимовлияния в процессе движения.

Предлагается система статической силомоментной разгрузки, построенная на базе пружинных синусно-косинусных механизмов и дополнительных удерживающих связей. Для некоторого пространственного положения, принятого за базовое, на первом этапе синтезируются параметры системы разгрузки из условия отсутствия взаимодействия между манипуляторами. Определяются структура и геометрические размеры механизмов уравнивания. Ввиду погрешности изготовления и нелинейных эффектов, неучтенных на первом этапе синтеза, может иметь место незначительная неуравновешенность. Для ее исключения, на втором этапе синтеза, предлагается на основании пробных движений определить остаточные моменты неуравновешенности в нескольких точках рабочего диапазона. После этого следует выполнить интерполяцию или аппроксимацию указанных значений, например, в виде сплайн функции. Разработанная конструкция синусно-косинусного механизма позволяет ввести в закон изменения уравнивающего момента практически любые нелинейные зависимости.

Работоспособность, разработанной системы статической моментной разгрузки и алгоритм ее синтеза проверены на компьютерной модели робота-станка РОСТ-300 с использованием пакета SimMechanics и Simulink библиотеки Matlab. Результаты моделирования показывают, что статический момент, действующий в приводах манипулятора изделия может быть уменьшен с 700 Н*м практически до нуля.

УДК 62-523

СПОСОБ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ
ФЕРРОМАГНИТНОГО ПОРОШКА

Р. Т. НАСИБУЛЛИН, Л. Р. САРИМОВ

Научный руководитель А. З. ГУМЕРОВ, канд. техн. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КАМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
АКАДЕМИЯ»
Набережные Челны, Россия

Плазмохимический способ получения ферромагнитного порошка является перспективным и высокотехнологичным. В этом способе получение порошка достигается тем, что между жидким электродом-электролитом и твердым металлическим электродом зажигают электрический разряд и устанавливают определенные значения параметров разряда. При этом металлический электрод начинает разрушаться, а дисперсные частицы собираются в электролите. Сочетанием управляющих воздействий на параметры технологического процесса можно устанавливать разнообразные режимы получения порошков. Основным свойством порошка, по которому проходит его первичная сортировка, является его дисперсность. Разброс дисперсности порошка однозначно связан с граничными условиями технологического процесса.

В работе [1] показана возможность управления в функции тока разряда. Этот способ управления привлекателен тем, что прост датчик измеряемой величины. В качестве датчика измеряемой величины можно взять простейший датчик тока. Датчик тока устанавливается на выходе блока питания разряда, до разрядной камеры. Для обработки сигналов с этого датчика проектируется специальная система управления, преобразующая сигналы с датчика тока в сигналы управления двигателем привода. Эта система управления реализует обратную связь между входным параметром – током разряда, и выходным – положением электрода. Задавая определенные пределы изменения тока разряда возможно управлять дисперсностью получаемого ферромагнитного порошка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Определение зависимости для автоматизации установки по получению ферромагнитного порошка / Р. И. Ахметсагиров [и др.] // Автоматизация и информационные технологии: материалы конф. – Набережные Челны: изд-во КамПИ. – 2002. – С. 40–42.

УДК 338.27

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

О. О. ГАПЕЕВА-СЕРГЕЙЧИК

Научный руководитель Т. Е. БОНДАРЬ, канд. экон. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Минск, Беларусь

Руководителям предприятий все труднее становится принимать решения, связанные с увеличением темпов производства и получением прибыли. Многие из них уже имеют твердую убежденность, что внедрение инноваций – это единственно верный путь к процветанию как предприятия, так и экономики всего государства. Но важно также осознавать, что применение инноваций несет в себе и определенные риски, так как это требует значительных финансовых вложений, особенно на начальном этапе.

Наибольшее влияние на устойчивое развитие предприятия оказывают продуктовые и технологические инновации. Внедрение новой продукции, расширение производственных мощностей, диверсификация производственной деятельности всегда сопровождается увеличением затрат, что непосредственно приводит к снижению прибыли предприятия. Следовательно, нарушается финансовая устойчивость предприятия. Производственно-техническая устойчивость может нарушаться при внедрении новой продукции и технологии, а также при диверсификации производственной деятельности, совершенствовании организации производства и труда и расширении производственных мощностей предприятия.

Управленческая и деловая устойчивость являются одними из важнейших компонентов устойчивого развития предприятия. Наибольшее влияние на данные компоненты оказывают административные инновации. При проведении изменений в организации производства, труда и управления, в первое время осуществления необходимых мероприятий, управленческая и деловая устойчивость может нарушиться.

Таким образом, можно сделать вывод, что устойчивое экономическое развитие предприятия может нарушаться в той или иной степени в зависимости от характера нововведений, осуществляемых на предприятии.

Однако необходимость инноваций диктуется не только угрозой устаревания существующих продуктов, но и постоянными изменениями внешней среды. Исходя из этого, при проведении оценки устойчивого развития предприятия необходимо рассматривать достаточность у предприятия финансово-экономических ресурсов для эффективного обеспечения не только текущей производственной, но и стратегической инновационной деятельности.

УДК 331.1
ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЭФФЕКТИВНОГО РЫНКА ТРУДА
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

О. В. ВОЛКОВА

Научный руководитель А. Г. ЕФИМЕНКО, канд. экон. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»
Могилев, Беларусь

В настоящее время одна из главных проблем, связанных с функционированием рынка труда – поиск баланса между экономической и социальной эффективностью его функционирования. С одной стороны, инновационной экономике требуется гибкий рынок труда, с другой стороны, необходимо обеспечить работников социальной защитой и безопасностью.

Эффективность рынка труда – это способность рынка труда обеспечить качественное равновесие между спросом и предложением труда, балансом интересов субъектов рынка труда, развитие приоритетных направлений и форм занятости в соответствии с задачами макроэкономической и социальной политики государства, рационального воспроизводства человеческого капитала и минимизации социально-экономических издержек безработицы. Республика Беларусь имеет много проблем на рынке труда, причем мнение о них со стороны работников, работодателей и институтов рынка труда значительно различается. Работники не удовлетворены качеством рабочих мест и уровнем оплаты труда, чрезмерной в их оценках институциональной гибкостью рынка труда, которая выражается в снижении гарантий занятости. Работодателей не устраивает качество рабочей силы, поверхностная кадровая аналитика и пассивные кадровые службы, сильное государственное регулирование и контроль одновременно за показателями безработицы и заработной платы. Институты на рынке труда Беларуси неоднородны, значительно различаются по уровню развития и институциональной силе. В большей степени развиты те институты, которые представляют интересы одной из сторон социально-трудовых отношений, а не занимающиеся устранением дисбалансов на совокупном рынке труда и его сегментах, или повышением качества и конкурентоспособности рабочей силы на рынке труда.

Для обеспечения в этих условиях эффективности рынка труда необходима сбалансированная политика регулирования рынка труда, учитывающая не только национальную специфику, но и глобальные тенденции развития инновационной экономики.

УДК 621.833.3:681
ПРИМЕНЕНИЕ ФТОРОПЛАСТА ДЛЯ СМАЗКИ ЗУБЧАТЫХ
И ЧЕРВЯЧНЫХ ПЕРЕДАЧ

К. А. ПАРФЕНЧИК

Научный руководитель В. М. БЛАГОДАРНЫЙ, д-р техн. наук, проф.
Учреждение образования
«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Барановичи, Беларусь

Снижение виброактивности зубчатых и червячных колес может быть достигнуто также путем улучшения свойств смазки с точки зрения ее демпфирующих свойств. Свойства смазки могут быть улучшены добавлением в смазку мельчайших частиц фторопласта, которые выполняют задачу демпферов во время пусков и остановок редуктора, когда нагрузки наиболее значительны, а также являются кластерами, собирающими вокруг себя смазку, которая за счет этого остается на рабочих поверхностях зубьев зубчатого или червячного колеса и витков червяка.

Кроме того, сам фторопласт является хорошим смазочным материалом, не теряющих своих свойств при высоких и низких температурах в довольно широких пределах, инертным к щелочам, кислотам и их солям.

Частички фторопласта, полученные путем измельчения стружки, являющейся отходом при изготовлении деталей, обладают достаточной твердостью и упругостью, чтобы противостоять возникающим при работе червячных передач динамическим нагрузкам. Величина и количество частичек в масле зависит от нагрузки в передаче.

В работе [1] сообщается, что японская фирма Хисимицу продактс поставляет противокоррозионный смазочный материал марки Торифроо. Он содержит ультрадисперсный порошок тефлона и наносится на металлическую поверхность распылением. Образовавшийся при этом слой имеет достаточно высокую прочность и обеспечивает высокую смазываемость, износостойкость и долговечность трущейся пары.

За счет применения кластерной смазки также повышается долговечность зубчатых и червячных передач в результате повышения демпфирующей способности смазки при возникновении динамических нагрузок во время пусков и остановов передачи и ее реверса, что наиболее характерно для подъемно-транспортных механизмов, кранов и лифтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pranta enjinia // Plant.Eng., 1999, № 12 – s.7

О. Е. ПЕЧКОВСКАЯ, канд. техн. наук; Ю. В. МАШИН, канд. техн. наук
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Редукторы, выполненные на основе эксцентриковых передач с модифицированным внутренним эвольвентным зацеплением при разности чисел зубьев колес, равной единице, рекомендованы к использованию в качестве передаточных механизмов компактных приводов рабочих машин при необходимости реализации больших передаточных отношений в различных силовых устройствах и лебедках, малогабаритных силовых агрегатах, механизмах усилителей моментов для технологического оборудования и оснастки в обоснованных с технической и экономической точек зрения условиях. Их апробация в производстве подтвердила высокий технический уровень. К достоинствам таких передач относятся: минимальные массогабаритные показатели, широкие кинематические возможности в части возможности реализации большого передаточного отношения в одной ступени, реверсивность, высокая технологичность, простота конструкции, низкая себестоимость изготовления, высокая нагрузочная способность.

Разработанные редукторы нашли практическое применение и могут в дальнейшем широко использоваться в производственных условиях вместо традиционных, серийно выпускаемых редукторов.

Эффективным направлением является их использование в качестве привода ручных лебедок. Так разработанные конструкции нашли применение на предприятиях машиностроения в приводах лебедок для ручного перемещения кабины пассажирского лифта в аварийных ситуациях, а также ручного подъема крышки шахтной печи.

Одна из типовых конструкций редуктора использована для привода рычажного механизма в импортных станках монтажа-демонтажа автомобильных шин.

Разработанные редукторы на основе эксцентриковой передачи с модифицированным зацеплением используются также как усилители момента к гаечным и динамометрическим ключам при проведении сборочных и ремонтных работ для создания контролируемых моментов затяжки резьбовых соединений различного назначения, а также облегчения процесса закрепления деталей.

Редуктор, рассчитанный на передаточное отношение $i = 63$, использован в приводе для переключения контактных разъединителей на электрифицированных участках железной дороги.

3) увеличивают дозовую нагрузку на пожарных-спасателей и население.

В связи с этим возникает круг вопросов [1], специфичных для тушения подобных очагов возгорания. Сами пожары на загрязненной территории необходимо отнести к особо опасным объектам пожаротушения, а проблемы быстрого выявления, локализации и тушения пожаров на радиоактивно загрязненных территориях является весьма актуальной и выходит за рамки собственно лесных и торфяных пожаров.

Вышеизложенное диктует необходимость решить следующие задачи.

1. Снижение пылеобразования. Повышенное мелкодисперсное пылеобразование при тушении торфяных и лесных пожаров приводит к специфическому вторичному загрязнению радионуклидами объектов и субъектов ликвидации очага пожара.

2. Локализация и адсорбция радиоактивных продуктов горения. Данные экспериментов по оценке переноса радионуклидов при лесном пожаре в дымовом шлейфе, а также выпадение их на сопредельной территории [2] свидетельствуют о миграции нуклидов. Локализация продуктов горения и минимизация переноса возможна за счет применения при тушении пожаров существующих эффективных огнезащитных химических составов, а также дальнейшей разработке новых огнезащитных и огнетушащих составов.

3. Контроль индивидуальных доз пожарных спасателей и применение средств индивидуальной защиты. Величина эффективной дозы облучения пожарных-спасателей и их радиационная защита, зависят от плотности поверхностной загрязненности территории. Личный состав, принимающий участие в ликвидации пожаров на радиоактивно-загрязненной территории должен быть обеспечен индивидуальными дозиметрами, специальной одеждой и обувью, средствами индивидуальной защиты.

4. Организация мероприятий по дезактивации. В связи с загрязненностью комплекта боевой одежды пожарных-спасателей и используемой при пожаре техники продуктами горения, содержащими радионуклиды, возникает необходимость дезактивации специальной аварийно-спасательной техники и спецодежды персонала.

Решение поставленных задач, предложенными методами и разработка новых способов и методик с учетом всех особенностей позволят повысить эффективность и безопасность тушения пожаров на радиационно-загрязненных территориях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Предупреждение, ликвидация и последствия пожаров на радиоактивно загрязненных землях. Сборник научных трудов, Выпуск 54, Гомель, 2002.
2. Нормы радиационной безопасности (НРБ-2000). Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. 2000. №35. 8/3037.

дисперсных продуктов горения зависит от уровня их подъема в тропосфере. При этом также очевидно, что их концентрация и, следовательно, степень влияния на растительные, животные организмы зависит от характера их распределения в биосфере (атмосфере). Последнее зависит от климатических, географических и погодных условий. Таким образом, концентрация и динамика распространения продуктов горения являются существенными, а иногда и определяющими факторами степени негативного воздействия пожаров на биогеоценоз (на окружающую среду).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Киселев, В. Н.** Основы экологии : учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Універсітэцкае, 2000. – 383 с.
2. Экология и безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие для вузов / Под ред. Л. А. Муравья. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 447 с.

УДК 614.876

СПЕЦИФИКА ЛИКВИДАЦИИ ОЧАГОВ ВОЗГОРАНИЯ НА РАДИАЦИОННО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

А. А. ВАТЧЕНКО, Е. А. УРБАНОВИЧ

Научный руководитель Т. И. ХАЛАПСИНА, канд. техн. наук

Научно-практический центр учреждения

«МОГИЛЕВСКОЕ ОБЛАСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МЧС
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»

Могилев, Беларусь

Авария на чернойбыльскай АЭС в значительной степени определяет проблему радиационной безопасности Республики Беларусь, охрану здоровья и жизни людей. Основной причиной возникновения пожаров на радиационно-загрязненных территориях является антропогенный фактор. Обнаружение пожаров в «зонах Чернобыльского следа» осуществляется, как правило, дистанционными методами с использованием телевизионных и авиационных средств, однако тушение пожаров чаще всего осуществляется с помощью наземной специальной техники и непосредственным участием личного состава.

Пожары на радиационно-загрязненных территориях имеют ряд особенностей, которые заключаются в следующем:

- 1) продукты горения содержат радионуклиды трансурановых элементов;
- 2) пожары становятся причиной миграции радионуклидов и формируют зоны вторичного радиационного загрязнения;

УДК 621.941

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ХОНИНГОВАНИЯ ВЫСОКОТОЧНЫХ ОТВЕРСТИЙ

А. З. ПЛАХЕТКО

Научный руководитель Н. В. ЧИЧКАН, канд. техн. наук

Учреждение образования

«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Барановичи, Беларусь

Хонингование – (от англ. honing, от hone – хонинговать, буквально – точить). Вид абразивной обработки материалов с применением хонинговальной головки (хонов). В основном применяется для обработки внутренних цилиндрических отверстий путем совмещения вращательного и поступательно-возвратного движения хона с закрепленными на нем раздвижными абразивными брусками с обильным орошением обрабатываемой поверхности смазочно-охлаждающей жидкостью. Хотя также встречается и наружное хонингование, но выполняется такая операция на специализированных станках.

Хонингование обеспечивает цилиндричность отверстия, устраняет его конусообразность, волнистость поверхности и овальность без изменения положения оси.

Хонингование применяется в основном как окончательная операция обработки высокоточных отверстий в деталях и является более эффективной технологической операцией, чем притирка и полирование абразивными пастами и суспензиями. Как правило, хонингование производят после операций шлифования, растачивания, зенкерования, развертывания, протягивания; в некоторых случаях черновое хонингование заменяет операции шлифования.

Хонингование получило широкое распространение в различных отраслях машиностроения при обработке гильз и блоков цилиндров двигателей, шатунов, зубчатых колес, цилиндров гидросистем и амортизаторов, деталей топливной аппаратуры, типа труб больших длин и диаметров и др. Существуют и получили практическое применение такие разновидности хонингования, как сухое (без применения смазочно-охлаждающей жидкости) хонингование статоров электродвигателей; электрохимическое хонингование отверстий большой длины; вибрационное хонингование, при котором хонинговальной головке или обрабатываемой детали сообщают дополнительно колебания частотой до 10–15 Гц и амплитудой 5–10 мм. В качестве примера обработки хонингованием наружных поверхностей можно привести процесс алмазного хонингования пакетов поршневых колец.

При хонинговании используют бруски изготовленные методом прессования на керамической и бакелитовой основе.

УДК 621.787.4
УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ КОНСТРУКЦИЯ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ
ИМПУЛЬСНО-УДАРНОЙ ПНЕВМОВИБРОДИНАМИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ ПЛОСКОСТЕЙ

Н. М. РОГОМАНЦЕВА
Научный руководитель Е. В. ИЛЬЮШИНА, канд. техн. наук
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Импульсно-ударная пневмовибродинамическая обработка (ИУ ПВДО) плоских поверхностей улучшает эксплуатационные свойства поверхности за счет изменения ее микроструктуры, снижения шероховатости и упрочнения.

Последние конструктивные схемы инструментов, используемых для ИУ ПВДО плоских поверхностей, позволяют значительно расширить их технологические возможности. Они развивают большую центробежную силу и скорость, что увеличивает степень деформационного упрочнения обрабатываемой поверхности, повышают производительность обработки, однако имеют и недостатки, которые заключаются в невозможности управления процессом обработки и в наличии шума, превышающего санитарные нормы.

Данная проблема отчасти решена в предложенной усовершенствованной конструктивной схеме инструмента для ИУ ПВДО плоских поверхностей. Под действием сжатого воздуха, подводимого от системы питания через штуцер и сопла на лопатки инструмента, диск вместе с приводящими шарами начинает вращаться вокруг оси полого вала, при этом приводящие шары под действием центробежной силы прижимаются к деформирующим и наносят по ним удары. В результате происходит пластическое деформирование и упрочнение обработанной поверхности, деформирующие шары оставляют на поверхности сетку лунок, увеличивая тем самым маслосъемкость. Вращение диска совместно с приводящими шарами обеспечивает не только их высокую скорость, но и большую силу удара по деформирующим шарам с учетом массы диска. Это позволяет увеличить глубину наклепанного слоя металла и повысить производительность обработки.

Для решения проблемы звука в корпусе инструмента использованы пневмоглушители, к которым направляется отработанный поток сжатого воздуха. Для увеличения усилия прижатия и охлаждения зоны обработки к приводящим шарам предусмотрена подача сжатого воздуха, подводимого через осевой канал вала. Для замедления вращения деформирующих шаров через осевой канал вала и отверстия подается сжатый воздух на сопла.

УДК 614.876

ЭКОЛОГИЯ ПОЖАРОВ

А. А. ВАТЧЕНКО, Е. А. УРБАНОВИЧ
Научный руководитель Т. И. ХАЛАПСИНА, канд. техн. наук
Научно-практический центр учреждения
«МОГИЛЕВСКОЕ ОБЛАСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МЧС
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»
Могилев, Беларусь

Все виды пожаров, независимо от вида сгораемого материала, обладают рядом общности параметров и одновременно рядом принципиально различающихся параметров. Эти общность и различие относятся как к физико-химическим параметрам, так и эколого-биологическим.

Общими параметрами являются выделения в атмосферу таких продуктов горения как оксиды и диоксиды углерода, окислы азота (NO_2), окислы серы (SO_2 , SO_3), аэрозоли – твердые и жидкие частицы в виде пыли, сажи или не полностью сгоревших фрагментов материала [1]. Общим является также и выделение тепла. Вид экологического негатива определяется каждым компонентом в отдельности, а в некоторых случаях может проявляться эффект синергизма [2].

Влияние пожаров, как стихийных неуправляемых процессов, на окружающую среду настолько многофакторно, что в каждом конкретном случае не все негативные последствия можно учесть. Многофакторностью и долгодействием проявления негативов выделяются лесные пожары. Непредсказуемость мест возникновения таких пожаров, особенности географического расположения лесов усугубляет тяжесть комплекса последствий пожара и сложности их ликвидации.

Очевидно, что менее сложными и менее длительным проявлением негативных последствий экологического содержания являются луговые, степные, саванные и торфяно-болотные пожары.

Учет последствий экологического характера от пожаров различного характера инженерных сооружений и построек жилищно-хозяйственного назначения более простой и более очевиден, длительность их последствия также менее длительная, хотя трагичность и материальная тяжесть потерь с учетом приоритетности уничтоженных материальных ценностей могут быть очень тяжелыми.

Пожар любого вида и масштаба – прежде всего, материальные потери. Возобновление этих потерь требует значительных людских ресурсов и дополнительных материальных затрат с использованием органического сырья и топливных ресурсов. Воздействие каждого вещества, как продукта горения, происходит во всей толще биосферы, при этом вид воздействия на биогеоценоз одного и того же продукта горения зависит от высоты его расположения в биосфере. Очевидно, что и зона распространения мелко-

УДК 336.76
ОЦЕНКА БИРЖЕВОГО И ВНЕБИРЖЕВОГО РЫНКА ЦЕННЫХ БУМАГ
МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРВОЕ ПОЛУГОДИЕ 2011 ГОДА

Ю. П. БОНДАРЕВА

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

В первом полугодии 2011 года биржевой и внебиржевой рынок ценных бумаг Могилевской области характеризуется положительной динамикой в объемах торгов по акциям.

Так, за первое полугодие 2011 года суммарный объем вторичных торгов на бирже с акциями эмитентов Могилевской области составил 8745,4 млн рублей. Количество сделок, заключенных с акциями в биржевой торговой системе за январь-июнь 2011 года – 2414.

В суммарном выражении максимальный объем сделок купли-продажи зарегистрирован с акциями ОАО «Красный пищик» – 2418,8 млн р или 27,66 % общей суммы оборота биржевых сделок. Значительный удельный вес в общем суммарном объеме сделок с акциями составляют также операции по акциям ОАО «Могилевсоюзпечать» – 21,32 %, ОАО «Заднепровье» – 21,32 % и ОАО «Арма» – 19,06 %, а наименьший удельный вес приходится на сделки с акциями ОАО «Монтажлегмаш» – 0,01 %.

Внебиржевой рынок ценных бумаг Могилевской области в первом полугодии 2011 года на 100 % от общего объема совершенных сделок состоит из сделок с акциями – 188683,1 млн р. Максимальный объем сделок в суммарном выражении (182936,6 млн р) зафиксирован по внебиржевым сделкам отступного.

Таким образом, биржевой и внебиржевой рынок ценных бумаг Могилевской области в первом полугодии 2011 года на 100 % (8745,4 и 188683,1 млн р, соответственно) суммарного объема совершенных сделок состоит из сделок с акциями.

В суммарном выражении оборот внебиржевого рынка ценных бумаг Могилевской области за анализируемый период (188683,1 млн р) превысил оборот биржевого рынка (8745,4 млн р) в 21,6 раз.

Количество операций, совершенных на биржевом рынке (2414 сделок) превысило их количество на внебиржевом рынке (272 сделок) в 8,9 раз.

Положительная динамика объемов биржевых и внебиржевых торгов акциями является результатом увеличения доли акций, находящихся в свободном обращении, вовлечения широких слоев населения в операции на рынке ценных бумаг и либерализации условий их купли-продажи.

УДК 621.787
ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ МАГНИТНО-ДИНАМИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ

Д. М. СВИРЕПА

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

Анализ существующих методов ППД показывает, что они находят ограниченное применение в промышленности по причине введения в технологический процесс дополнительной операции упрочняющей обработки, увеличивающей себестоимость изготовления деталей. В этой связи возрастает актуальность разработки высокопроизводительных методов ППД, в том числе реализуемых на основе ранее неиспользуемых видов энергии.

Большой научно-практический интерес представляет новый метод магнитно-динамического упрочнения, при котором упрочнение поверхности деформирующими элементами осуществляется за счет энергии магнитного поля. Деформирование осуществляют свободно установленными в кольцевой камере деформирующими элементами, не имеющими механической связи с корпусом инструмента. Согласно методу, на деформирующие элементы воздействуют вращаемым (постоянным или переменным) магнитным полем и перемещают их вдоль упрочняемой поверхности.

Результаты экспериментальных исследований позволили установить, что магнитно-динамическое упрочнение внутренней поверхности втулок из черных и цветных металлов обеспечивает следующие характеристики:

- снижение исходной шероховатости поверхности с Ra 12,5...6,3 до Ra 1,25...0,1;
- упрочнение поверхностного слоя детали на глубину 0,1–2 мм;
- увеличение диаметрального размера на 10–60 мкм.

Метод магнитно-динамического упрочнения позволяет осуществлять упрочнение деталей с исходной твердостью поверхностного слоя до 50–55 HRC с подачами инструмента 20–800 мм/мин.

Основным элементом в конструкции разработанных магнитно-динамических раскатников является магнитная система, обеспечивающая периодическое воздействие на деформирующие шары магнитной силы, направленной от упрочняемой поверхности детали. При этом периодическое магнитное воздействие на деформирующие шары обеспечивается за счет дискретного распределения магнитного поля вдоль кольцевой камеры инструмента.

В настоящее время разработаны конструкции инструментов для упрочняющей обработки отверстий, валов и плоских поверхностей.

УДК 621.787
МАГНИТНЫЕ СИСТЕМЫ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ МАГНИТНО-ДИНАМИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

С. А. СУХОЦКИЙ

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

В инструментах для магнитно-динамического упрочнения, в зависимости от материала обрабатываемых деталей, их габаритных размеров, исходных характеристик упрочняемой поверхности, необходимых параметров упрочненной поверхности, используются различные конструкции магнитных систем.

Магнитная система инструментов включает: источник магнитного поля и магнитопроводы из ферромагнитных материалов. В качестве источника магнитного поля используют электромагнит или постоянные магниты из различных материалов: феррит бария, редкоземельный, металлокерамический.

Рациональные конструкции магнитных систем:

– кольцевой постоянный магнит осевой намагниченности с магнитопроводами в виде дисков (используется при обработке наиболее пластичных материалов при низких частотах вращения инструмента);

– кольцевой постоянный магнит с магнитопроводами в виде дисков, на периферии которых выполнена периодическая поверхность, выступы которой выполняют роль концентраторов магнитного поля (применяется при упрочнении твердых поверхностей, когда требуется «жесткое» ведение шаров-ударников);

– цилиндрические постоянные магниты установлены в радиальных отверстиях диска (используется при упрочняющей обработке крупногабаритных плоских поверхностей);

– постоянный или электромагнит неподвижно закреплены в корпусе инструмента и передают свою энергию шарам-ударникам посредством вращающегося магнитопровода (инструмент можно использовать вне станка);

– постоянный или электромагнит создают «бегущую волну»;

– энергия магнитного поля расходуется для разгона шаров-ударников и для намагничивания обрабатываемой поверхности (обеспечивается процесс поверхностного пластического деформирования в магнитном поле).

УДК 336.76
ДЕЙСТВУЮЩИЕ ОГРАНИЧЕНИЯ НА ОБРАЩЕНИЕ ЦЕННЫХ БУМАГ
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Ю. П. БОНДАРЕВА

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

В Республике Беларусь активно развивается организованный рынок ценных бумаг: суммарный объем торгов на всех сегментах биржевого рынка в 2010 году составил 87 759,1 млрд бел. р (29 422,8 млн долларов США), увеличившись по отношению к 2009 году на 7,5 %. Однако, становясь участником фондового рынка, необходимо учитывать специфику обращения различных видов ценных бумаг, определенную белорусским законодательством:

1) ограничения по обращению (в виде запрета на отчуждение) тех или иных видов ценных бумаг сегодня отсутствуют;

2) обращение акций закрытых акционерных обществ осуществляется исключительно на внебиржевом рынке, с обязательной регистрацией совершаемой сделки профессиональным участником рынка ценных бумаг и соблюдением преимущественного права акционеров общества на приобретение отчуждаемых акций;

3) при обращении акций необходимо соблюдать преимущественное право облисполкомов, Минского горисполкома на приобретение акций хозяйственных обществ, включенных в перечень юридических лиц, обеспечивающих функционирование стратегически значимых отраслей экономики и (или) иные важные государственные потребности;

4) совершение сделок с акциями открытых акционерных обществ осуществляется при посредничестве профессионального участника рынка ценных бумаг на биржевом рынке, то есть в торговой системе ОАО «Белорусская валютно-фондовая биржа», за исключением установленных законодательством случаев (сделки по размещению акций; сделки, стороной по которым выступает Республика Беларусь или ее административно-территориальная единица; сделки, совершаемые в связи с выкупом акционерным обществом акций собственного выпуска по требованию акционеров; сделки по приобретению акционерным обществом акций собственного выпуска по решению общего собрания акционеров; продажа акционерным обществом акций собственного выпуска инвестору на условиях, предусмотренных бизнес-планом эмитента; сделки, совершаемые по решению Президента Республики Беларусь).

А. А. АНТИПОВА

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

Успех ряда стран, в последние несколько десятилетий совершивших качественный скачок в развитии инновационной экономики, в немалой степени связан с эффективной деятельностью венчурных фондов.

Говоря о создании системы финансирования высокорисковых проектов в Республике Беларусь, важно отметить, что за последние годы были предприняты существенные шаги в этом направлении. Так, в 2010 году был официально зарегистрирован первый венчурный фонд. Указ Президента № 252 определил порядок создания, деятельности и налогообложения венчурных организаций, а также установил ряд норм, стимулирующих инновационную деятельность. Согласно данному документу, на Белорусский инновационный фонд возложены дополнительные функции в части финансирования рискованных проектов.

Уже сегодня радует факт появления агентства венчурных инвестиций. Основными направлениями деятельности организации будут оказание услуг по разработке бизнес-планов инновационных проектов, поиску инвесторов для их финансирования.

Белорусское общественное объединение "Сообщество бизнес-ангелов и венчурных инвесторов" (БАВИН) стало полноправным членом Европейской сети бизнес-ангелов (ЕВАН), основная задача которого – коммерциализация инновационных проектов посредством их привлечения и отбора на постоянной основе, проведения экспертизы представленных авторами бизнес-идей и бизнес-проектов.

Однако, важнейшим условием для развития венчурной индустрии является стабильное функционирование фондового рынка, поскольку фонды заинтересованы в высокой котировке акций фирм, которое они финансируют, ведь основным источником доходов фонда является разница между покупкой и продажей пакетов акций. Не менее важным является создание усовершенствованной правовой базы, позволяющей обеспечить благоприятный климат для притока венчурного капитала в страну.

М. В. СЫРЕЦ

Научный руководитель И. Ф. КУЗЬМИЦКИЙ, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

В различных отраслях промышленности широко используются периодические технологические процессы. Допустим, имеется аппарат, в котором происходит процесс производства продукта в течение некоторого периода времени. Режим работы такого процесса определяется некоторым вектором параметров c , которые задаются перед загрузкой очередной партии. В качестве переменных параметров могут выступать различные характеристики, определяющие условия работы оборудования. Протекание процесса можно охарактеризовать вектором измеренных параметров или функций времени x , которые в общем случае являются случайными величинами. Для оценки качества работы периодического аппарата введем критерий $J(x)$, характеризующий затраты энергии, времени или технологические показатели получаемой продукции.

Воспользуемся методами адаптации, суть которых заключается в последовательном изменении вектора C по некоторому рекуррентному алгоритму, приводящему к экстремуму $J(x)$.

Применим поисковый алгоритм следующего вида:

$$c(n) = c(n-1) - \gamma(n) J'[x(c(n-1))],$$

где $C(n)$, $C(n-1)$ – векторы входных параметров на текущем и предыдущем тактах соответственно; $\gamma(n)$ – величина шага на текущем такте; $J'[x(c(n-1))]$ – оценка градиента критерия на предыдущем такте.

Для обеспечения сходимости алгоритма необходимо снижать величину γ с каждым новым шагом адаптации.

При практической реализации алгоритма возникает проблема определения шага, на котором поиск оптимального значения c можно остановить. В случае стохастической системы зависимость c от номера шага может иметь значительную случайную составляющую. Поэтому необходимо сглаживать последовательность $c[n]$, например, методом скользящего среднего.

Рассмотренный алгоритм позволяет реализовать адаптацию систем автоматического регулирования периодическими процессами с использованием современных программных средств, как на уровне контроллера, так и на уровне АСУТП.

УДК 621.9
ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ
ХРОМОНИКЕЛЕВЫХ СТАЛЕЙ

В. И. ХАНЬКО

Научный руководитель А. П. АКУЛИЧ, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Брест, Беларусь

Как известно, при электроэрозионной резке из материала детали выбиваются микрочастицы, которые выносятся из межэлектродного зазора струей диэлектрика. Для этого в станке предусмотрены промывочные дюзы (сопла), предназначенные для прокачки жидкости через межэлектродный зазор. Однако при обработке деталей большой толщины подача жидкости через промывочные дюзы становится малоэффективной, т.к. большинство продуктов обработки не удается вымыть из зазора между электрод-инструментом и заготовкой. В результате значительно уменьшается производительность и возникает большая вероятность разрыва проволоки.

Решение данной проблемы возможно путем применения дополнительных источников промывки межэлектродного зазора, созданием направленного потока жидкости с учетом физических и геометрических параметров, влияющих на точность обработки. Для различных значений толщин обрабатываемой детали необходимо создать свои оптимальные параметры подвода промывочной жидкости в МЭЗ (условный проход трубки, скорость движения жидкости, геометрические параметры расположения водонапорной трубки относительно обрабатываемой заготовки).

Программный комплекс FlowVision 2.3, созданный российскими разработчиками компании ТЕСИС, предназначенный для моделирования трехмерных течений жидкости и газов, дает возможность наглядного представления движения жидкости и расчета необходимых физических величин (распределенная нагрузка, подъемные силы).

Тестирование для новых условий проводилось на электроэрозионном станке AGIECUT 250 HSS. В ходе тестирования определены оптимальные режимы обработки при условии получения заданной точности и шероховатости.

В результате проведенных исследований значительно повысилась производительность электроэрозионной обработки деталей большой толщины за счет создания более благоприятных условий в межэлектродном зазоре для охлаждения и выноса продуктов обработки.

УДК 539.3
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОГРАФИИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПОЛОС
ДЕФОРМАЦИИ АРМАТУРНЫХ СТЕРЖНЕЙ

А. М. ЯЗНЕВИЧ

Научный руководитель Ю. В. ВАСИЛЕВИЧ, д-р физ.-мат. наук, проф.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Процесс зарождения и развития разрушения в зоне локализации деформации на поверхности пластичных материалах проявляется конкретными фигурами - полосами деформации. С образованием полос деформации связывают тепловые процессы в деформируемом металле. Исследование процессов зарождения и развития полос деформации на различных стадиях деформирования возможно с использованием современных методов компьютерной термографии.

Для эксперимента использовали цилиндрические образцы, выточенные из арматурных стержней. Образцы структурно неоднородны в продольном и поперечном направлении, что подтверждают измерения микротвердости прибором «Micromet-II» с нагрузкой на призму 100 г в соответствии с требованиями ГОСТ 9450–76. Образцы нагружались статическим усилием до разрушения на испытательной машине Р-100 с записью диаграммы «нагрузка-удлинение». Испытание проводилось по методике ГОСТ 1497–84. При подготовке к испытаниям на образцы наносились метки кернером и фиксировались начальные размеры образцов с помощью измерительной линейки и штангенциркуля. В процессе нагружения записывалась машинная диаграмма «нагрузка-удлинение» и с помощью компьютерного термографа «ИРТИС-2000» процесс деформирования каждого образца отображался в термофильме. После разрушения замерялись характерные размеры зоны излома и фотографировались изломы и элементы образца.

Полосы деформации являются источником теплообразования. При этом температура поверхности полосы деформации растет плавно до стадии зарождения трещины у дефекта материала. На стадии образования свободных поверхностей при росте трещины в материале температура поверхности увеличивается в несколько раз, достигая 60 °С и более в стадии долома. Сопоставление результатов изменения температуры поверхности с подъемом до 60 °С и диаграммы «нагрузка-удлинение» образцов показывает, что резкий рост температуры поверхности происходит после достижения напряжениями временного сопротивления. Изменение температуры поверхности после разрушения (при остывании образца) происходит волнообразно. Средняя температура поверхности образца может характеризовать лишь его равновесное состояние.

И. В. ШИЛОВА

Научный руководитель В. И. БОРИСОВ, д-р физ.-мат. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Безопасная и стабильная работа многих технических систем во многом зависит от разработки новых способов и технических средств неразрушающего контроля. Особое место среди оптических датчиков занимают волоконно-оптические датчики различных физических полей. Из большого разнообразия конструкций волоконно-оптических датчиков наиболее простыми и надежными являются амплитудные датчики, использующие изменение потерь в изогнутых волоконных световодах.

При использовании волоконных световодов в датчиках возникает задача ввода излучения в световод. Этим недостатком лишен разработанный нами датчик давления, содержащий волоконно-оптическую светопередающую часть в виде волоконно-оптического жгута, состоящую из нескольких волоконных световодов, круглую на концах и плоскую в середине. Применение такой светопередающей части значительно упрощает конструкцию датчика, так как в этом случае исчезает задача ввода излучения в световоды. Это позволяет использовать в качестве источника излучения светодиоды, причем без применения юстирующего устройства.

Областью применения сконструированного авторами датчика давления является, например, гальванический цех, масляные выключатели на электростанциях, в устройствах, где высокий уровень электромагнитных полей создает помехи и наводки в обычных датчиках. Кроме того, этот датчик можно использовать для измерения давления горючих и взрывоопасных жидкостей и газов.

Конструкция волоконно-оптического датчика давления содержит корпус, прикрепляемый с помощью штуцера к объекту, давление жидкости или газа в котором измеряется. В корпусе закреплена мембрана, которая при увеличении давления изгибается и смещает шток, который, в свою очередь, с помощью поворотного механизма растягивает кольца волоконных световодов светопередающей части. При этом, в волоконном световоде радиус витков изменяется, что приводит к уменьшению выходного сигнала вследствие выхода энергии мод высших порядков в защитную полимерную оболочку. В качестве источника излучения используется светодиод с длиной волны 630-640 нм, в качестве приемника излучения – фотодиод. Электрическая схема датчика реализована в виде дифференциального усилителя и, кроме того, содержит источник тока, управляемый напряжением. Датчик имеет токовый выходной сигнал 4...20 мА, пропорциональный воздействию давлению от 0 до 1 МПа. Приведен анализ работы волоконно-оптического датчика давления.

А. А. ХАФИЗОВ, Б. Ю. ШАКИРОВ

Научный руководитель Ю. И. ШАКИРОВ, канд. техн. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КАМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
АКАДЕМИЯ»
Набережные Челны, Россия

Успехи, достигнутые в области поверхностного упрочнения материалов плазменной струей, доказывают высокую эффективность этого метода и требуют его дальнейшего развития.

Целью данной работы является изложение результатов экспериментальных исследований поверхностного упрочнения материалов с помощью плазменного оборудования.

Для решения данной задачи разработана плазменная электротермическая установка (ПЭТУ) с жидким катодом (рис. 1).

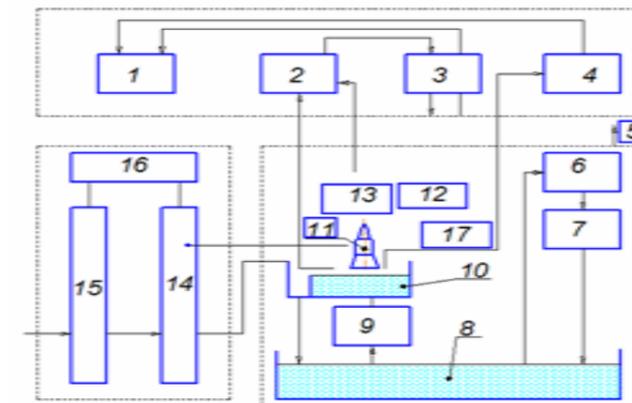


Рис. 1. Структурная схема плазменной электротермической установки с жидким катодом: 1 – стабилизатор напряжения; 2 – система контроля МЭЗ; 3 – система контроля параметров электролита; 4 – система контроля электрических параметров разряда; 5 – вытяжная вентиляция; 6 – насос перекачки электролита; 7 – фильтр для очистки электролита; 8 – емкость с электролита; 9 – насос подачи электролита в электрическую ванну; 10 – электролитическая ванна; 11 – головка получения плазменной струи; 12 – координирующее устройство; 13 – обрабатываемая деталь; 14 – блок выпрямления; 15 – трансформатор; 16 – регулятор напряжения; 17 – крепление плазматрона

Исследованы электрические характеристики разряда, возникающего между твердым анодом и жидким катодом. В результате исследования ПЭТУ с жидким катодом разработана система управления для поверхностного упрочнения материалов (рис. 2).

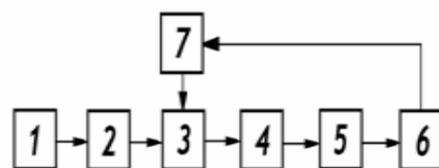


Рис. 2. Функциональная схема системы автоматического поддержания заданного значения межэлектродного зазора в процессе обработки (САПЗМЗ): 1 – задатчик значения межэлектродного расстояния; 2 – формирователь опорного напряжения; 3 – устройство сравнения; 4 – устройство управления реверсивным приводом; 5 – привод схемы регулирования межэлектродного зазора; 6 – электроразрядная камера; 7 – схема измерений напряжения между электродами

Получены зависимости микротвердости по глубине и уравнение регрессии, которое можно использовать для нахождения оптимальных режимов поверхностного упрочнения материалов.

УДК 616.71

ИЗМЕРЕНИЕ ГЛЮКОЗЫ В КРОВИ С ПОМОЩЬЮ ОСМОТИЧЕСКОГО МЕТОДА

И. М. ШЕВЧУК, А. П. СЕВЕРИН

Научный руководитель А. Н. ОСИПОВ, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
Минск, Беларусь

Для диагностики целого ряда заболеваний (к числу которых прежде всего следует отнести сахарный диабет, патологические состояния, связанные с недостаточностью функции печени и почек, некоторые эндокринные заболевания, новообразования мозга, поджелудочной железы и надпочечников) важно иметь объективное представление о состоянии углеводного обмена, кардиальным показателем которого служит содержание глюкозы в крови. Существуют различные методы измерения глюкозы: редуктометрический, колориметрический, ферментативный, спектральный и другие. Однако эти методы имеют ряд существенных недостатков: трудоемкость измерения, токсичность используемых реагентов, сложность в технической реализации. В настоящее время предложен метод измерения глюкозы, основанный на явлении осмоса, который позволяет устранить вышеуказанные недостатки.

Для исследования осмотического метода разработан программно-аппаратный комплекс. Вычисление концентрации глюкозы осуществляется с помощью уравнения состояния идеального газа Менделеева-Клапейрона.

Комплекс работает следующим образом. Исследуемый раствор взаимодействует с контрольным раствором, которым заполнена измерительная камера. Возникающее осмотическое давление прямопропорционально преобразуется датчиком давления в электрический сигнал, который затем усиливается в усилителе осмотического давления до уровня, необходимого для дальнейшей его оцифровки в блоке сопряжения. Результаты оцифровки от блока сопряжения передаются в электронно-вычислительную машину для определения концентрации глюкозы в исследуемом растворе. С помощью датчика и устройства измерения температуры производим контроль температуры исследуемой системы, значение которой также необходимо для определения концентрации глюкозы.

Разработанный программно-аппаратный комплекс позволит провести исследования осмотического метода и на основании полученных результатов будет определен метод обработки биосигнала, сочетающий точность со скоростью и простотой измерения глюкозы.

Н. А. СТАРОВОЙТОВА

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

Существующие методы контроля качества газотермических покрытий делятся на неразрушающие и разрушающие. К числу неразрушающих относятся контроль внешнего вида (растрескивание, отслоение, вздутие, скол, открытая пористость), измерение толщины (разнотолщинности) и шероховатости поверхности покрытия, определение износостойкости методом царапания, сквозной пористости покрытий, а также некоторые способы оценки прочности сцепления.

Разрушающие методы контроля качества газотермических покрытий применяются преимущественно при испытании образцов-свидетелей, напыляемых одновременно с партией изделий. К основным показателям качества газотермических покрытий, определяемых при этом, относятся прочность сцепления (на отрыв, на изгиб или на срез), пористость (общая, открытая и сквозная), износостойкость (применительно к реальным условиям работы изделия), макро- и микротвердость покрытия.

Одним из основных показателей качества покрытий является прочность их сцепления с подложкой. Разработка неразрушающего метода контроля этого показателя на изделиях с напыленным покрытием – одна из актуальных задач развития технологии газотермического напыления. Наиболее подходящий среди методов неразрушающего контроля качества изделий для материала газотермических покрытий – ультразвуковой. Он позволяет распознавать дефекты в напыленных покрытиях (поры, трещины, местные отслоения) и осуществлять качественную оценку их адгезионной прочности (хорошая, умеренная, очень слабая).

В настоящее время существует несколько акустических методов контроля эксплуатационно-технических характеристик покрытий, важнейшими из которых являются толщина покрытия, пористость и качество его сцепления с основным материалом. К ним относятся импедансный метод, эхо-метод, спектральный метод, использование рэлеевских волн и волн Лэмба.

Структура напыленного покрытия обуславливает особенности распространения в нем ультразвука, такие как большое затухание и рассеяние. Однако закономерности распространения ультразвука в покрытиях требуют дальнейшего изучения, поскольку химический состав, размер частиц и плотность покрытий отличаются большим разнообразием.

Г. Ю. ШАКИРОВА, Ф. Х. ХАЙРУЛЛИН

Научный руководитель Ю. И. ШАКИРОВ, канд. техн. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КАМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
АКАДЕМИЯ»
Набережные Челны, Россия

Высокая надежность и эффективность работы электрических машин зависит от максимальной отдачи при минимальных энергетических потерях, что возможно обеспечить оптимизацией технологических параметров и автоматизацией производства комплектующих. Расширение диапазона выходных характеристик электрических машин связано с применением новых ферромагнитных материалов.

Заданные уровни свойств и технологических характеристик (структуры, пористости, химического состава, формы и размера частиц) ферромагнитных материалов предлагается обеспечить применением автоматизированной системы управления в технологическом процессе их производства. Разработана система управления плазменной электротермической установкой (ПТЭУ) (рис. 1) с реле завершения процесса (РЗП) (рис. 2) для получения оптимальных параметров ферромагнитного порошка, отличающегося однородностью химического состава и заданными геометрическими характеристиками частиц. Приведены результаты исследования процессов, происходящих в электрическом разряде с жидким катодом, с целью применения в плазменной технике и технологии.

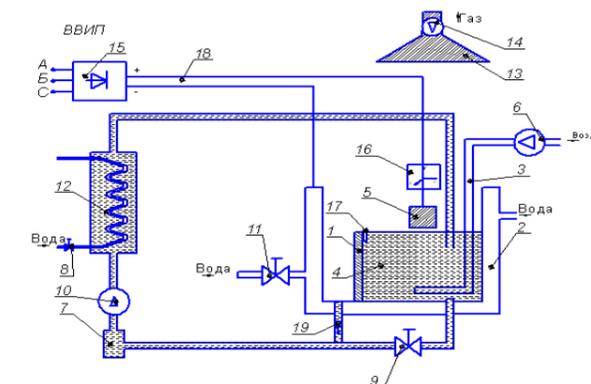


Рис. 1. Функциональная схема ПТЭУ: 1 – электролитная ванна; 2 – рубашка водяного охлаждения; 3 – барботер; 4 – электролит; 5 – деталь; 6 – воздушный компрессор; 7 – фильтр; 8, 9, 11 – запорная арматура; 10 – на-

сос; 12 – бак с теплообменником; 13 – вытяжной зонт; 14 – вытяжной вентилятор; 15 – источник питания; 16 – координатное устройство; 17 – термометр; 18 – токопровод; 19 – обратный клапан

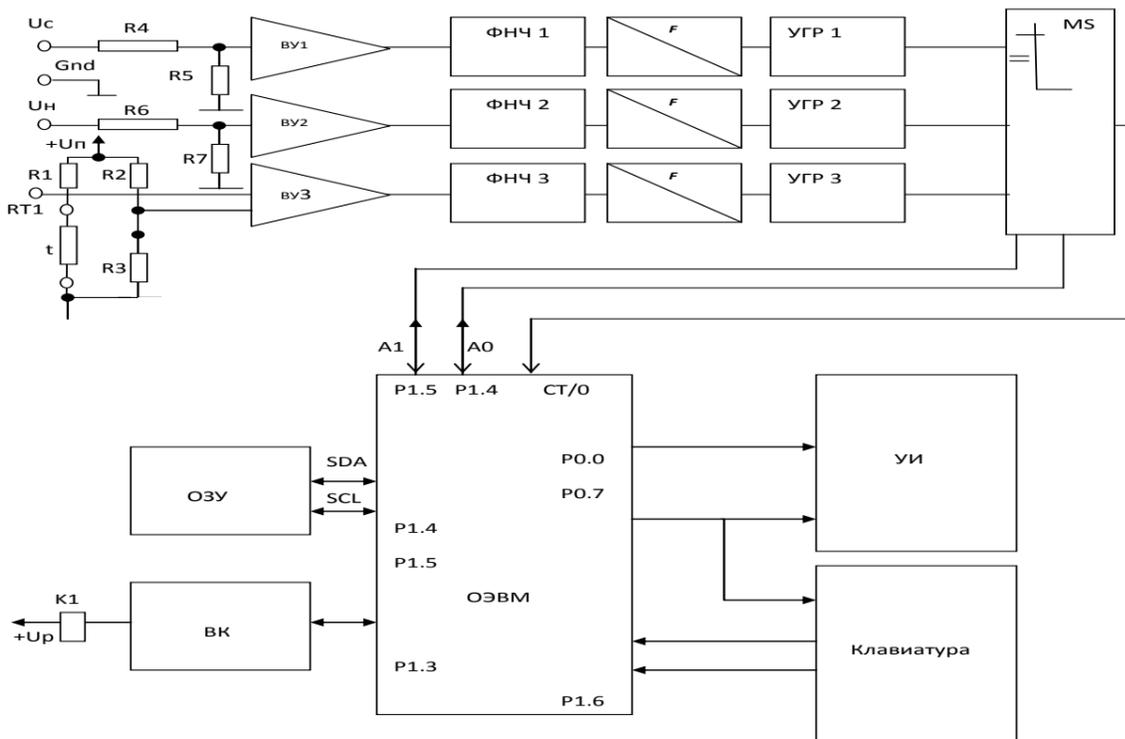


Рис. 2. Функциональная схема РЗП

УДК 53.082.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СТЕКЛОВАНИЯ БИТУМА МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО ИНДЕНТИРОВАНИЯ

Т. А. ПРОТАСЕНЯ

Научный руководитель А. П. КРЕНЬ, канд. техн. наук, доц.

Государственное научное учреждение

«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»

Минск, Беларусь

Одной из важных характеристик нефтяных битумов, определяющих их пригодность к применению в дорожном строительстве, является температура стеклования T_c , то есть температура, при которой вязкие свойства исчезают и материал начинает растрескиваться при приложении механической нагрузки.

Существующие методы ее измерения по СТБ ЕН 12593-2009 трудоемки и требуют использования дорогостоящего оборудования. Для определения T_c было предложено использовать метод динамического индентирования, заключающийся в нанесении однократного удара по испытуемому материалу и определении его состояния по характеру отклика на приложенное воздействие.

Проведенные исследования показали, что при достижении температуры стеклования потери энергии, затрачиваемые на вязкое деформирование, практически исчезают (коэффициент восстановления скорости близок к единице). Определенная таким методом температура стеклования практически не отличалась от T_c , измеренной стандартным методом.

Кроме этого, была изучена возможность оценки температуры стеклования по результатам разрушающих испытаний. С этой целью из исследуемого битума изготавливались образцы в виде плоской пластинки заданной толщины, которая размещалась на поверхности массивного основания, имеющего поперечные выточки. Затем индентором по пластинке над выточкой наносились удары с заданной энергией, и фиксировалась температура, при которой происходило разрушение образца. При этом температура понижалась со скоростью два градуса в час. Измеренная таким образом T_c также находилась в пределах допустимой стандартным методом погрешности в 2°C

Многочисленные эксперименты подтвердили достоверность получаемых данных и возможность применения метода динамического индентирования для целей контроля температуры стеклования битума.

А. О. КОРОЛЕВ

Государственное учреждение образования
«ГОМЕЛЬСКИЙ ИНЖЕНЕРЫЙ ИНСТИТУТ»

Гомель, Беларусь

В современном мире требования потребителей к услугам и оборудованию растут в разы быстрее, чем развитие нормативной базы под них. С каждым годом выходят нормативные документы определяющие область применения, требования к устройству и характеристикам оборудования. Прогресс стремится к уменьшению материалозатрат, времени изготовления, уменьшению габаритов и повышению функциональности товаров. В настоящее время к системам пожарной сигнализации предъявляется требование оборудования их системой передачи извещений (СПИ). В данный момент СПИ представляет собой отдельный прибор, который соединяется с приемно-контрольным прибором пожарным (ПКПП) при помощи соединительных линий, к которым в свою очередь тоже предъявляются свои требования. Так соединительные линии должны иметь предел пожаростойкости не менее 30 минут. При размещении оборудования также необходимо соблюдать расстояния между приборами: при горизонтальном размещении – не менее 50 мм, а при вертикальном – не менее 200 мм. С учетом того, что площадь помещения, в котором устанавливается оборудование, может быть 6 м², должно иметь окно и дверной проем для естественного освещения. В этом помещении возможна установка приборов охранной сигнализации и видеонаблюдения, поэтому каждый сантиметр площади может играть очень важную роль. Еще одна проблема – это передача СПИ определенного вида сигналов на пульт МЧС. Так, с недавнего времени, необходимо передавать сигнал о несанкционированном доступе в ПКПП. Для реализации этого требования зачастую необходимо прокладывать дополнительные соединительные линии. Реализация всех вышеперечисленных требований выливается в трудоемкий и материально значимый процесс. Для решения данного вида задач предлагается интегрировать СПИ в ПКПП, посредством встраивания в ПКПП модуля GSM, тем самым отпадает необходимость прокладки дополнительных соединительных линий, установки двух приборов, дополнительного программирования приборов, необходимости проведения части монтажных работ. В результате уменьшается материалоемкость, трудозатраты и материальные затраты на оборудование системы пожарной сигнализации объекта, при этом сохраняется выполнение всех требований нормативной документации к размещению и функционированию данной системы.

Е. И. ШИШКОВ

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

В общем виде, определение кинематической погрешности сводится к вычислению разности между теоретическим (номинальным) и действительным углами положения выходного звена.

Описываемый метод представляет собой алгоритм вычисления действительного угла поворота. Он базируется на простом предположении, что выходное звено через некоторое количество полных оборотов равное (n), вернется в свою исходную точку.

Суть методики заключается в нахождении среднего значения каждого углового интервала, для чего суммируется i -е угловое положение через каждый последующий полный оборот. Так, в ходе эксперимента данные о перемещении выходного вала получены с импульсного преобразователя круговых перемещений ВЕ-178А. Частота дискретизации преобразователя круговых перемещений составляет 2500 импульсов, т.е. задавшись точкой отсчета и выполнив несложные преобразования, мы получаем 2500 интервалов угловых перемещений за один полный оборот выходного вала. За несколько оборотов - $2500 \cdot n$.

Для нахождения искомого среднего угла перемещения, суммируем величины интервалов с номером через 2500: 1, 2501, 5001... $i+2500 \cdot n$. После чего, находим среднее значение углового перемещения i -го интервала. В общем виде величина интервала запишется:

$$\Delta\varphi_{i_{cp}} = \frac{\Delta\varphi_{i_1} + \Delta\varphi_{i_2} + \dots + \Delta\varphi_{i_n}}{n}, \quad (1)$$

где n – число полных оборотов выходного вала, об; i – номер углового интервала, $i=1 \dots k$. (k – частота дискретизации преобразователя круговых перемещений).

Действительный угол поворота определится путем суммирования рассчитанных интервалов:

$$\varphi_{i_{cp}}(t) = \sum_1^i \Delta\varphi_{i_{cp}}(t), \quad (2)$$

$$F(t) = \varphi_n(t) - \varphi_{i_{cp}}(t). \quad (3)$$

Кинематическая погрешность определится по формуле (3).

УДК 629.4

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ
ЭНЕРГОПОГЛОЩАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Д. Я. АНТИПИН, С. Г. ШОРОХОВ

Научный руководитель В. В. КОБИЩАНОВ, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Брянск, Россия

В настоящее время в связи с повышением требований к уровню обеспечения безопасности перевозки пассажиров различными видами транспорта остро встает вопрос разработки систем, обеспечивающих защиту пассажиров в аварийных ситуациях. Одним из направлений решения данной задачи является применение систем энергопоглощающих жертвенных элементов или зон. В связи с этим, в работе предложена методика определения параметров энергопоглощающих устройств транспортных средств (автомобильная, железнодорожная техника и лифтовое оборудование).

На первом этапе методика предусматривает выбор мест расположения энергопоглощающих блоков исходя из обеспечения максимального рабочего хода и равномерного восприятия несущими конструкциями транспортных средств аварийных ударных нагрузок. На втором этапе определяются максимальные динамические усилия, прилагаемые в местах расположения элементов, не приводящие к пластическим деформациям несущих конструкций транспортных средств. Третий этап методики предусматривает определение необходимой энергоемкости, обеспечивающей безопасность пассажиров и сохранность несущей конструкции транспортного средства при регламентируемых нормативными документами сценариях аварийной ситуации. На четвертом этапе производится выбор конструкции энергопоглощающего элемента исходя из величин действующих ударных нагрузок, рабочего хода, требуемой энергоемкости и недопущения возникновения пластических деформаций несущих конструкций при столкновении. На пятом этапе выполняется анализ эффективности предложенной конструкции энергопоглощающих элементов путем моделирования аварийной ситуации в среде отечественного программного комплекса моделирования динамики систем тел «Универсальный механизм».

Предложенная методика апробирована на примере систем безопасности пассажирского вагона производства ОАО «Тверской вагоностроительный завод». С использованием данной методики разработана система пассивной безопасности с энергоемкостью, превышающей нормативную на 30 %, обеспечивающая безопасность пассажиров и сохранность несущей конструкции кузова при скоростях соударения до 30 км/ч.

УДК 535.33, 533.9, 543.423.1

ДВУХИМПУЛЬСНАЯ ЛАЗЕРНАЯ АТОМНО-ЭМИССИОННАЯ
СПЕКТРОСКОПИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

К. Ф. ЕРМАЛИЦКАЯ

Научный руководитель Е. С. ВОРОПАЙ, д-р физ.-мат. наук, проф.
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Алюминиевые сплавы применяются практически во всех отраслях народного хозяйства, однако наиболее высокие требования предъявляются к изделиям в автомобилестроении и авиации. Двухимпульсная лазерная атомно-эмиссионная спектроскопия – это метод количественного анализа многокомпонентных объектов, основанный на испарении вещества и возбуждении спектров атомов сдвоенными лазерными импульсами, смещенными во времени относительно друг друга на микросекундные временные интервалы. Особенности взаимодействия сдвоенных лазерных импульсов с материалом образца и распространяющейся плазмой, позволяют проводить анализ в атмосфере воздуха при нормальном давлении без предварительной химической и механической подготовки поверхности. Деструкция образца при этом минимальна – диаметр кратера 50 мкм, глубина – от 5 мкм.

Исследования проводились на двухимпульсном лазерном спектрометре LSS-1 (производства LOTIS-Tii, г. Минск). В качестве источника испарения образца и возбуждения спектров атомов использовалось излучение двухимпульсного Nd:YAG-лазера с активной модуляцией добротности. Основные параметры лазерного излучения: длина волны – 1064 нм, частота следования импульсов – 10 Гц, длительность – 15 нс. Энергия $E_{имп}=10\div 100$ мДж, временной интервал между импульсами $\Delta t = 0\div 100$ мкс (шаг 1 мкс). Нулевой интервал соответствует одновременному воздействию двух лазерных импульсов, что может рассматривать как одиночный импульс, мощность которого равна суммарной мощности сдвоенных импульсов. Объект исследования – дюралюмин Д16 ($C_{Cu}=3,8-4,9$ %, $C_{Mg}=1,2-1,8$ %, $C_{Mn}=0,3-0,9$ %).

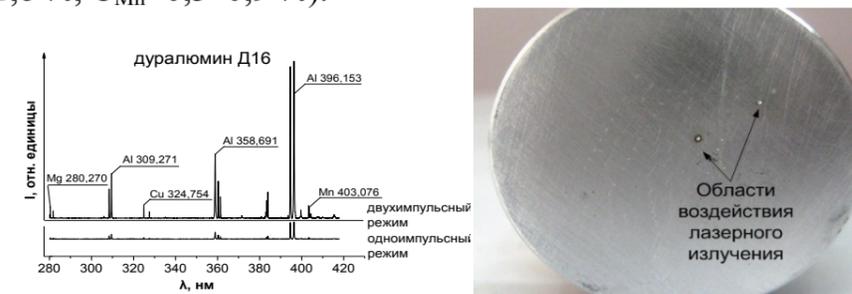


Рис. 1. Фрагменты спектров алюминиевого сплава Д16 и фотография поверхности образца при одноимпульсном и двухимпульсном лазерном воздействии

Е. В. ГНУТЕНКО

Научный руководитель Н. П. МИГУН, д-р физ.-мат. наук
Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Преимущества измерения твердости металлических материалов методом динамического индентирования, заключающиеся прежде всего в высокой точности, производительности, возможности осуществлять непосредственный контроль промышленной продукции в настоящее время частично нивелируются основным недостатком данного метода: отпечатком пластической деформации, остающимся после измерения, размер которого, в ряде случаев, может приводить к снижению качества изделия.

Разрабатываемый автоколебательный метод контроля является прямым развитием метода динамического индентирования. Исследования, проведенные в Институте прикладной физики НАН Беларуси на стандартных образцовых мерах твердости второго разряда типа МТР-I, показали, что возможно существенное повышение производительности и точности измерений твердости металлических материалов, используя автоколебательный режим движения индентора. Предлагаемый метод контроля основан на зависимости кинетической энергии удара индентора от величины коэффициента восстановления скорости, являющегося функцией твердости (при определенных условиях жесткости) испытуемого материала (конструкции). При этом описанная зависимость может меняться в процессе измерения одной детали.

Преимуществом автоколебательного метода является достижение относительно высокой чувствительности при небольших энергиях удара, что дает возможность уменьшить массогабаритные показатели измерительной установки и размер пластического отпечатка. Так, чувствительность исследуемого метода, определенная по результатам измерений стандартных образцовых мер твердости как $\frac{dT}{dH} / \Delta H$ (где T – регистрируемый параметр, H – твердость, ΔH – доверительный интервал), превосходит чувствительность твердомера ТПЦ-4 приблизительно в 2,5 раза. При этом специфика переходного процесса в момент удара позволяет выявлять с высокой степенью достоверности участки с неоднородной твердостью.

А. А. АРТЕМОВ

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

Проведенные исследования показали, что на примере трехзвенной модели механической системы в виде незамкнутой кинематической цепи можно вывести все основные закономерности ее движения.

Данный подход позволяет формировать необходимые уравнения с помощью ЭВМ на уровне произвольного количества элементов механической системы, т.е. для любой многозвенной системы и применим для задач анализа и синтеза в робототехнике.

Искомое уравнение для i -го звена сводится к рекуррентному соотношению типа

$$f_i = f_{i-1} + u_i, \quad (1)$$

где f_i – уравнение, описывающее механическое состояние i -го звена; f_{i-1} – уравнение, описывающее механическое состояние $(i-1)$ -го звена; u_i – свободный параметр, определяемый масс-инерционными характеристиками i -го звена и наложенными кинематическими связями.

Достаточно определить структуры f_{i-1} и u_i , а после этого, используя соотношение (1), выполнить в программе циклические вычисления по i , от $i = 1$ до $i = N$. Таким образом, можно автоматизировать процедуру вывода необходимых уравнений для механических систем с произвольным количеством звеньев. Гипотеза справедлива для кинематического и динамического анализов, а также для задач синтеза.

Механическое состояние всей системы при этом определяется через сумму состояний ее звеньев

$$f_{БМС} = \sum_{i=1}^N f_i,$$

где $f_{БМС}$ – уравнение, описывающее механическое состояние системы в целом.

УДК 621.169.2
РЕЗУЛЬТАТЫ УСКОРЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ШВЕЙНЫХ ИГЛ
НА ИЗНОС

О. В. БЛАГОДАРНАЯ

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

Среднее число циклов до потери работоспособности иглы составляет примерно 1200 циклов, а частота колебаний электромагнитной катушки на испытательном устройстве равна 25 Гц. В этом случае непрерывное время испытаний составит около 50 с, но с учетом установки и снятия швейных игл в иглодержатель устройства время испытаний займет около 15 минут. Обычные испытания на швейной машине займут для 10 швейных игл около 70 часов, а для 50 игл – 350 часов, т.е. ускорение испытаний равно 1400.

В табл. 1. представлены результаты испытаний на устройстве для ускоренных испытаний в абразивном песке швейных игл № 75 Артинского завода до обработки МАП и после обработки.

Табл. 1. Результаты ускоренных испытаний швейных игл на износостойкость

Швейные иглы до обработки МАП			Швейные иглы после обработки МАП		
Игла	Число циклов до поломки	Радиус затупления	Игла	Число циклов до поломки	Радиус затупления
1	800	45	1	1200	40
2	780	55	2	1150	50
3	810	50	3	1200	50
4	750	45	4	1100	45
5	810	55	5	1150	43
6	800	48	6	1200	45
7	780	52	7	1150	48
8	810	55	8	1100	50
9	750	45	9	1200	43
10	780	50	10	1150	45
Математическое ожидание	787	50		1160	45,9

Ускоренные испытания швейных игл показали увеличение износостойкости обработанных МАП игл в 1,5 раза по сравнению с необработанными иглами, при этом во время потери работоспособности игл радиус затупления у обработанных МАП игл на 8,2 % меньше, чем у необработанных.

УДК 681.326.7
ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ
ДЛЯ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Н. М. БОГОСЛАВ

Научные руководители: И. О. ОРОБЕЙ, канд. техн. наук, доц.;
Д. А. ГРИНЮК, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

На современном уровне развития технологических процессов химической отрасли возникает необходимость измерения электрокинетического потенциала (ЭКП) для осуществления контроля за ходом протекания ряда технологических процессов. Важную роль в решении задач интенсификации технологий играет разработка и внедрение систем управления, эффективность которых во многом определяется информационным обеспечением. К числу таких объектов относятся и дисперсные системы. Системы регулирования для процессов флокуляции, фильтрации, коагуляции, флотации, которые встречаются в технологических процессах химической отрасли, не могут игнорировать состояние поверхности раздела фаз. Важнейшей характеристикой таких систем является ЭКП.

Одним из вариантов преобразователя для определения ЭКП является преобразователь, основанный на электровзрыве (электрогидравлическом эффекте). Подобный метод превращения электрической энергии в механическую характеризуется тем, что в сравнительно малом объеме разрядного канала в течение небольшого промежутка времени образуется высокая плотность энергии с резким повышением давления и температуры. Быстрое расширение канала разряда под действием высокого давления и температуры сопровождается излучением в окружающую среду импульса давления (волны сжатия), который способен при взаимодействии с преградой совершать полезную механическую работу. В настоящее время реализация электровзрывных процессов представляет собой сравнительно несложную техническую задачу. Электрическая энергия, накапливаемая высоковольтным конденсатором или индуктивным накопителем, в заданный момент времени с помощью коммутаторов подается на специальные электродные системы, помещенные в жидкость. Далее под действием высокого напряжения происходит пробой межэлектродного промежутка, и образуется канал разряда.

В представленном измерительном преобразователе ЭКП периодический электровзрыв используется в качестве модулятора сигнала, что позволяет отказаться от механических движущихся частей, присущих другим преобразователям ЭКП, и автоматизировать процесс измерения.

$\varepsilon = \frac{K_N}{K_D} \frac{S_A}{S_D \cos \beta} > 1$, где S_A – площадь сечения падающего акустического пучка, а K_D , K_N – интегральные коэффициенты, учитывающие преобразование УВ при отражении от разных границ и приеме волн, S_D соответствует максимально возможной площади оцениваемого дефекта. Во втором случае (более точном) в процессе измерений с использованием многоэлементного пьезоэлектрического преобразователя автоматически изменяется и фиксируется значение $S_A = S_A^*$, при котором $P_A \rightarrow 0$. Путем решения обратной задачи представляется возможным восстановить искомое значение S_D . Это делается расчетным путем, либо путем использования всей динамической кривой $\Delta P_A(S_A)$ – как при $\varepsilon > 1$, так и $\varepsilon < 1$.

На рис.1 представлены экспериментальные зависимости амплитудных параметров отраженных УВ от безразмерного параметра ε , характеризующего отношение площади дефектной поверхности к площади пятна акустического пучка на контролируемой границе при различных условиях их приема.

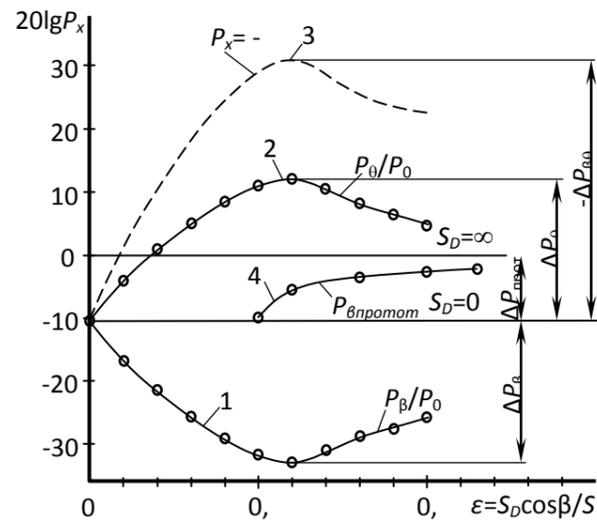


Рис. 1. Экспериментальные зависимости амплитудных параметров отраженных УВ от безразмерного параметра $\varepsilon = \cos \beta S_D / S_A \approx \cos \beta a / d$

Кривая 1 отражает зависимость нормализованной амплитуды сигнала P_β , отраженного под углом $\theta = \beta$, кривая 2 – зависимость нормализованной амплитуды сигнала P_θ , отраженного под углом θ_1 или θ_2 , соответствующих максимумам поля отраженных УВ, расположенных вблизи угла $\theta = \beta$. Кривая 3 отражает зависимость отношения $P_{\theta\beta} = P_\beta/P_\theta$, кривая 4 – зависимость нормализованной амплитуды отраженного сигнала $P_{\beta 0}$, измеренного согласно способу-прототипу.

Опытные данные показывают эффективность использования предложенного метода для оценки дефектов сцепления материалов.

УДК 621.83

ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ САЕ-СИСТЕМ ПРИ РЕШЕНИИ ПРОЧНОСТНЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ ПЕРЕДАЧ НОВЫХ ТИПОВ

П. С. ГОНЧАРОВ, Е. Г. КРИВОНОГОВА

Научный руководитель П. Н. ГРОМЫКО, д-р техн. наук, проф.

Государственное учреждение высшего профессионального образования «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Следующим этапом в проектировании и исследовании прецессионных передач является определение долговечности передачи, для определения которой требуется произвести прочностные расчеты контактирующих звеньев.

Для прочностного расчета зубчатого зацепления механических передач используются стандартные методы теоретического расчета. Однако недостатком этих методик является то, что в них не учитывается многопарность зацепления и распределение напряжений между парами взаимодействующих зубьев. Решение задач данными методами сводится к определению контактных напряжений в одной паре взаимодействующих зубьев.

Данную проблему можно решить, используя поправочные коэффициенты, которые найдены с помощью различных программных САЕ. (Computer-Aided Engineering) пакетов. Наиболее распространенными программными продуктами, выполняющими инженерный анализ являются: ANSYS; MSC. Nastran; ABAQUS; NEiNastran; NXNastran и др.

При применении любой САЕ-системы можно составить общий алгоритм выполняемых пользователем действий по подготовке модели непосредственно к работе в выбранном программном пакете.

Первым этапом идет построение твердотельной модели в любой САД-системе. Трехмерная геометрическая модель включает в себя только те элементы, которые необходимы для расчета (например, пара зубчатых колес).

На втором этапе производим экспорт конкретной геометрической модели в выбранную САЕ-систему и производим необходимую корректировку геометрии модели. Далее создаем конечно-элементную модель (определяем параметры сетки, указываем контактирующие поверхности); задаем граничные условия; устанавливаем параметры решателя и обеспечиваем сходимость математической конечно-элементной модели. После выполнения расчета выбираем необходимые результаты (рисунки областей с напряженными участками, графики зависимостей, численные значения возникающих напряжений в соединениях).

УДК 674.053
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ И АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ
КРУГЛЫХ ПИЛ В ДИНАМИКЕ

П. А. ДРОЗДОВ
Научный руководитель Д. С. КАРПОВИЧ, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Пиление древесины круглыми (дисковыми) пилами является одним из самых распространенных процессов в деревообработке. В настоящее время актуальным является вопрос об описании поведения и анализе устойчивости пил в динамике. Однако в научной литературе данному аспекту уделяется мало внимания, хотя от этого напрямую зависят как качество обработки и экономия материала, так и безопасность производства.

Особенно важным является рассмотрение поперечных колебаний круглых пил в пропилах, которые возникают из-за ряда факторов. К этим факторам можно отнести: появление нагрузок, находящихся не в плоскости вращения пилы; нагрев инструмента за счёт сил трения и, соответственно, его деформация посредством температурного расширения; зарез пилы в бок и несовершенство конструкции (геометрия пилы). Всё вышесказанное в той или иной степени влияет на потерю рабочей устойчивости пилы, что приводит к браку при распиловке и частым остановкам станка.

Большинство из названных факторов, влияющих на рабочую устойчивость пилы, имеет случайный периодический характер. Некоторые из них подлежат корректировке (например, температурное расширение пилы корректируется изготовлением отверстий в диске), но их математическое описание не представляется возможным, другие – в силу природы материала поддаются лишь вероятностному описанию (например, структура древесины непостоянна и соответственно ей меняется сила резания древесины).

На практике для повышения устойчивости дисковых пил применяют более толстые диски, что приводит к увеличению выхода отходов. Таким образом, для более эффективной обработки древесины встаёт вопрос о разработке математической модели и оптимизации процесса пиления.

Представлена математическая модель, описывающая колебания и биевание дисковой пилы в различных направлениях, а также получено численное решение и произведено моделирование рассматриваемой системы в математическом пакете MatLab.

УДК 620.179
ОТРАЖЕНИЕ УПРУГИХ МОД ОТ ПОВЕРХНОСТИ С РАЗЛИЧНЫМИ
ГРАНИЧНЫМИ УСЛОВИЯМИ

*М. В. АСАДЧАЯ, О. С. СЕРГЕЕВА, С. В. САДОВСКИЙ
Научный руководитель А. Р. БАЕВ, д-р техн. наук, проф.
*Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Могилев, Беларусь

На основе теоретического и экспериментального исследования развит метод оптимизации апертур и фаз φ_i мнимых когерентных источников (ОАФМИ) упругих волн (УВ), отраженных одновременно от поверхности сред с различными граничными (или неоднородными) условиями (ГУ). Направление настоящих исследований включает использование совмещенного режима прозвучивания объекта и определение эквивалентной площади дефекта S_D по данным амплитуды P_A отраженного пучка как функции апертуры преобразователя, его пространственного расположения, S_D и других. На основе анализа расчетной модели показана принципиальная возможность достижения высокой чувствительности контроля дефектной границы (характеризуемой $\Delta P_A = P_{A0} - P_A$), когда сдвиг фаз между УВ, отраженными от областей с различными ГУ составляет не только $\Delta\varphi \sim \pi$, но и значительно меньше – $\Delta\varphi \leq \pi/2$. Это достигается путем небольшого (но строго определенного) углового отклонения α от нормали падающего на поверхность с начальными ГУ акустического пучка, а также зависит от направления относительного движения ПЭП. При этом даже в случае, когда коэффициенты отражения от дефектной (R_D) и качественной (R_q) границы материалов близки друг к другу, ΔP_A достигает 30–40 дБ. (Если же $\alpha \approx 0$ – $\Delta P_A = 2$ –3 дБ). Ультразвуковой контроль может производиться как при постоянном значении угла падения волны α на исследуемую границу, так и путем прозвучивания ее с помощью УВ, падающих под двумя фиксированными углами α_1 и α_2 , с последующим измерением амплитуд P_{A1} и P_{A2} и $\Delta P_A = P_{A1} - P_{A2}$. Это позволяет (несмотря на усложнение) существенно нивелировать влияние микрогеометрии поверхности на стабильность показаний и повысить чувствительность измерительного тракта. Если $\Delta\varphi \approx (0,8-1)\pi$, то, как показано, представляется возможным производить оценку площади дефекта несколькими способами. Так, по данным расчетной или опытной кривой $\Delta P_A(S_D/S_A)$, полученной именно для

А. Е. ЯКОВЕНКО

Научный руководитель Г. К. ПТАХ, д-р техн. наук, проф.
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
 «ЮЖНО-РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
 УНИВЕРСИТЕТ»
 (НОВОЧЕРКАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)
 Новочеркасск, Россия

Безредукторный низкооборотный электропривод большой мощности востребован во многих областях техники и технологии, например, в горнодобывающей промышленности и на горнообогатительных фабриках – клетьевые и скиповые машины, электроприводы подъёма и тяги шаговых экскаваторов драглайнов, магистральных ленточных конвейеров, кольцевые двигатели мельниц мокрого самоизмельчения; в наземном, надводном и подводном транспорте – безредукторный электропривод тяговых агрегатов-думкаров, система полного электродвижения кораблей без винторулевых колонок и др.

Индукторные двигатели в наибольшей степени по сравнению с классическими электрическими машинами подходят для создания тихоходных электроприводов, т.к. в них легко реализуется многополюсная конструкция и они имеют более высокую надёжность и живучесть. Для снижения себестоимости изготовления катушечных обмоток с помощью метода конечных элементов, цифровых и аналитических моделей проведены исследования влияния вихревых токов на параметры и энергетические показатели с целью оценки возможности применения намотки «плашмя» взамен применяемой намотки «на ребро», которые дали положительные результаты.

Под руководством и при участии учёных и аспирантов кафедры «Теоретическая электротехника и электрооборудование» электромеханического факультета ЮРГТУ (НПИ) в ЗАО «ИРИС» спроектирован, изготовлен, испытан и передан заказчику гребной вентильно-индукторный двигатель для безредукторной системы электродвижения морского буксира проекта 745 мощностью 2 МВт, 200 об/мин, массой 30 т (рис. 1).

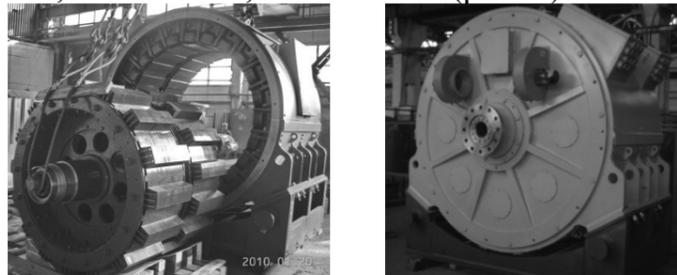


Рис. 1. Гребной вентильно-индукторный двигатель

На Московском международном салоне инноваций и инвестиций в 2010г. награждён золотой медалью.

Н. В. ИНОЗЕМЦЕВА

Учреждение образования
 «ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
 УНИВЕРСИТЕТ им. П.О. Сухого»
 Гомель, Беларусь

Методы оптимизации с применением ЭВМ дают количественное решение любой задачи синтеза и не позволяют видеть влияние отдельных параметров синтеза на качественные характеристики механизма. Проводить качественный анализ ожидаемых решений позволяет метод синтеза механизмов, основывающийся на теории приближения функций.

Была рассмотрена задача приближенного воспроизведения функции $\psi = k\varphi$ в интервале $[0, \varphi_m]$ для шарнирного четырехзвенника, см. рис. 1. Заданная функция имеет вид:

$$\psi = \psi(\varphi). \quad (1)$$

Шарнирный четырехзвенник в общем случае воспроизводит некоторую другую функцию

$$\psi_m = \psi_m(\varphi, a, b, c, \alpha, \beta), \quad (2)$$

которая зависит от аргумента φ и от пяти параметров синтеза. Для того, чтобы механизм воспроизводил заданную функцию достаточно точно, следует выбрать такую комбинацию параметров синтеза, при которой функция (2) будет мало отличаться от заданной функции (1) на рассматриваемом отрезке изменения аргумента от $\varphi = 0$ до $\varphi = \varphi_m$. Значения параметров определим из условий минимума отклонения от заданной функции. Приведем здесь результаты одного расчета при $k = 1/2$, $\varphi_m = 0 \dots 80^\circ$: $a = 0,9999$, $b = 1,30798$, $c = 2,3424$, $\alpha = 139^\circ 45'$, $\beta = 193^\circ 48'$.

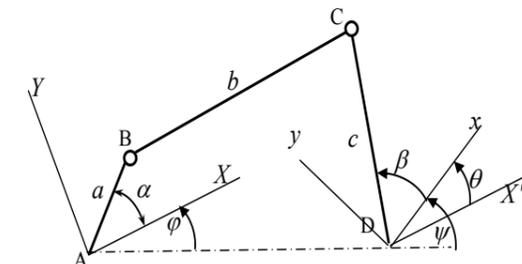


Рис. 1. Шарнирный четырехзвенный механизм

Отклонение от заданной функции в указанном интервале не превышает $0,052^\circ$.

Д. Ю. КОЛОС

Научный руководитель В. М. БЛАГОДАРНЫЙ, д-р техн. наук, проф.
Учреждение образования
«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Барановичи, Беларусь

Сегодня в альтернативной энергетике направление №1 – биогазовые установки. В системе Минсельхозпрода запланировано строительство 6 биогазовых комплексов. Сооружение двух таких комплексов уже началось в Несвижском районе Минской области, это проекты со стопроцентными немецкими инвестициями. По словам представителя департамента, в ноябре будет запущена первая биогазовая установка в Минске. Подобные проекты активно прорабатываются также в системе ЖКХ, на водоканалах. Суть биогазовой технологии в том, что в установках будут перерабатываться отходы сельскохозяйственного производства, основным компонентом которых станет навоз. Он содержит много различных веществ, в том числе и метан, отчего имеет специфический запах. Так вот, биогаз и есть тот самый метан, получаемый от разложения органической части навоза в условиях отсутствия кислорода. Затем он поступает в энергоблок, где вырабатывается тепловая или электрическая энергия, а из отработанной биомассы на выходе – экологически чистое удобрение. В целом потенциал по биогазу в Беларуси оценен в 160 тысяч тонн. Уже разработаны и действуют несколько документов, призванных обеспечить стране энергетическую безопасность. Упор в них делается на использование собственных ресурсов и развитие нетрадиционных источников энергии, доля которых в общем объеме производства электрической и тепловой энергии должна составить не менее 25 процентов.

Важной задачей является проектирование небольших биостанций, обслуживающих небольшие и средние хозяйства. В данной работе поставлена цель на основе анализа зарубежных источников (в отечественных источниках эти данные отсутствуют) разработать методику расчета и проектирования небольшой биостанции, с учетом наличия местного сырья и возможности его доставки на биостанцию. Последовательность методики расчета следующая: в зависимости от наличия и числа животных (коров, свиней, овец) и птиц (кур, гусей, уток и т.д.) подсчитывается количество экскрементов, выделяемых ими; на основе получаемого сырья определяется возможная мощность биостанции, т.е. количество вырабатываемой электроэнергии и тепла; по объему получаемого сырья определяются размеры ферментатора; по количеству вырабатываемой электроэнергии подбирается соответствующий дизельный двигатель, способный работать на биогазе; по мощности двигателя подбирается муфта и генератор, который будет вырабатывать электроэнергию

Е. А. ЯКИМОВ

Научный руководитель О. М. ДЕМИДЕНКО, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В последнее время все более часто используются методы извлечения информации, основанные на искусственных нейронных сетях с использованием нечетких множеств и нечеткой логики, кластерном анализе и др. В то же время отсутствуют сведения об использовании в имитационном моделировании сингулярного спектрального анализа временных рядов, который позволяет получить дополнительную информацию разложением исходного временного ряда на трендовую, периодическую и шумовую составляющие.

Предлагается итерационный процесс M извлечения полезной информации, представленный композицией следующих операторов:

$$M = T_6 \circ T_5 \circ T_4 \circ T_3 \circ T_2 \circ T_1,$$

где оператор T_1 представляет отбор данных, накопленных в комплексных информационных системах предприятий, определение (с привлечением экспертов в исследуемой предметной области) переменных для решения поставленной задачи; T_2 – предварительная обработка данных, устранение выбросов и пропущенных данных, отличается применением методов кластерного анализа для группировки данных; T_3 – выбор данных для исследования в соответствии с решаемой задачей, отличается формированием XML-файла для автоматизированной обработки; T_4 – выбор метода поиска закономерностей, основанных в основном на применении статистических исследований, отличается использованием метода сингулярного спектрального анализа и обобщенного закона распределения для оценки структуры распределения случайных величин; T_5 – построение модели исходных данных для применения в имитационной модели на этапе ее эксплуатации; T_6 – формирование XML-файла с моделью последовательности данных для последующего применения.

Для разработки технологии извлечения знаний из накопленных баз данных исследован сингулярный спектральный метод, включающий этапы: вложение, сингулярное разложение, группировку, диагональное усреднение. Построение обобщенного закона распределения для оценки структуры распределения случайных величин обеспечивается программой BelSim2#.random в составе программно-технологического комплекса имитации сложных систем BelSim2#.

И. Г. СУХОРУКОВА

Научные руководители: Д. А. ГРИНЮК, канд. техн. наук, доц.;

И. О. ОРОБЕЙ, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Классический ПИД-закон регулирования, несмотря на свою универсальность, характеризуется рядом недостатков. Одним из таких недостатков является интегральное насыщение (*integral windup*), которое наблюдается, когда регулятор в течение длительного времени должен компенсировать ошибку, лежащую за пределами диапазона управляемой переменной. Несмотря на замену аналоговых средств регулирования цифровыми регуляторами, алгоритм уменьшения интегрального насыщения практически не претерпел изменения. Обычным стало наличие ограничителя интегрального насыщения в современных технических средствах регулирования: от многофункциональных контроллеров фирмы Siemens, Omron, Allen-Bradley до простейших одноконтурных регуляторов типа «МЕТАКОН» Modicon Micro, ОВЕН ТРМ101 и др.

Целью численного исследования являлось определение наиболее эффективных решений по устранению интегрального насыщения и оценку устойчивости нелинейного закона регулирования. Настройки регулятора определялись для объектов с передаточными характеристиками второго порядка при различном соотношении постоянной объекта, величины запаздывания и коэффициент затухания. Настройки ПИ-регулятора выбирались по критерию минимизации двух интегральных критериев путём моделирования.

Сравнивались классический ПИ-регулятор, ПИД-регулятор, их варианты с отключением И-составляющей, и нелинейный ПИД алгоритм, при котором на интегратор ошибка *err* подавалась по нелинейному закону:

$$\mu = \text{sign}(err) \ln((1 + \alpha|err|) - (1 + \alpha)).$$

Запас по устойчивости для линейного и нелинейного регулятора оценивался путем поиска коэффициента, при котором контур оказывался на границе устойчивости, т.е. возникали автоколебания с одинаковой амплитудой.

Исследования показали, что отключение И-составляющей способствует только снижению перерегулирования. С точки зрения интегральных критериев качества этот способ не имеет явного преимущества. Нелинейный регулятор показал увеличение запаса устойчивости и лучшие показатели в борьбе с интегральным насыщением.

С. Д. МАКАРЕВИЧ

Научный руководитель П. Н. ГРОМЫКО, д-р техн. наук, проф.

Научно-практический центр учреждения

«МОГИЛЕВСКОЕ ОБЛАСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МЧС РБ»

Могилев, Беларусь

Подъемно-тяговые устройства получили широкое распространение в аварийно-спасательных подразделениях (АСП). Потребность в подъемно-тяговых устройствах неуклонно растет, так как их эффективность подтверждена АСП при выполнении спасательных работ на автоавариях, разборках завалов и разрушений, эвакуации людей и грузов с высоты и глубины. При проведении аварийно-спасательных работ в настоящее время чаще всего используется грузоподъемная техника. Однако, эффективность ее использования зачастую связана с ограничено-стесненными условиями местности, в которых осуществляются спасательные работы. В этих условиях использование компактных подъемно-тяговых машин, как подтвердила практика работ АСП, является наиболее эффективной.

Для удовлетворения нужд АСП Республики Беларусь компактные подъемно-тяговые машины в настоящее время приобретаются в странах ближнего и дальнего зарубежья. Однако, из-за их высокой стоимости массовое оснащение АСП такими устройствами все еще не представляется возможным. Поэтому, создание компактных подъемно-тяговых машин для АСП Республики Беларусь с малыми массогабаритными показателями, многофункциональными свойствами представляет собой актуальную задачу.

С целью расширения их многофункциональности была предложена конструкция аварийно-спасательного устройства, основанная на применении двух лебедок и каната. Предлагаемое устройство может быть незаменимо в случаях значительных глубин эвакуации, а также при необходимости увеличения его грузоподъемности. Для разработки указанного устройства, в качестве редуцирующего механизма его привода была предложена планетарная прецессионная передача с коническими роликами. На ее основе был предложен структурный вариант лебедки, которая была изготовлена и прошла полный цикл испытаний в составе многофункционального устройства для эвакуации людей и грузов при проведении спасательных работ. По результатам испытаний было принято решение о налаживании производства указанных устройств.

УДК 621.861:621.833
АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ
МОБИЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ И ГРУЗОВ
ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

С. Д. МАКАРЕВИЧ
Научный руководитель П. Н. ГРОМЫКО, д-р техн. наук, проф.
Научно-практический центр учреждения
«МОГИЛЕВСКОЕ ОБЛАСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МЧС РБ»
Могилев, Беларусь

Проведение аварийно-спасательных работ в условиях чрезвычайных ситуаций требует применения грузоподъемной техники. Мобильные краны выполняют в этом ключевую роль, однако их использование в стесненных условиях может быть затруднено и при необходимости работы под завалами требуются компактные средства для грузоподъемных работ. Одним из таких средств может выступать мобильное устройство, предназначенное для поднятия грузов из глубины, опускания и подъема людей при работе в шахтах или колодцах. Устройство состоит из механизма подъема, несущей части, представляющей собой треногу, блока, карабина, подъемного канала.

Целью работы являлось исследование напряженно-деформированного состояния (НДС) несущей части устройства для поднятия грузов. В конструктивном исполнении несущая часть представляет собой пространственную раму, состоящую из трех телескопических ног, соединенных с оголовком в виде пластины. Верхняя часть ног выполнена из алюминиевого сплава, нижняя из стали 10. Опираемость треноги осуществляется при помощи самоустанавливающихся в одной плоскости лап, расположенных в нижней части ног. Передача веса поднимаемого груза происходит через подпятник блока непосредственно на пластину и далее на опорные ноги.

Расчет несущей способности проводился для наиболее неблагоприятного варианта нагружения. Этот вариант реализуется в том случае, когда набегающая и сбегаящая ветви подъемного каната расположены вертикально и при этом суммарная нагрузка на несущую часть будет равна удвоенному весу поднимаемого груза.

На начальном этапе было проанализировано НДС двух несущих конструкций, отличающихся местом установки направляющего блока. В первом варианте блок устанавливался не по центру сверху пластины и в ней выполнялось отверстие для пропускания каната. Вторым вариантом предполагалась центральная установка блока снизу пластины. Анализ показал, что предпочтительным, с позиции нагруженности, является второй вариант, при котором происходит равномерное распределение нагрузок по опорным

УДК 621.313.333
АВТОМАТИЗАЦИЯ ДИАГНОСТИКИ ДЕФЕКТОВ
ОБМОТОК ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

К. Ю. СУХОДОЛОВ, Е. А. БЕЛОУСОВ
Научный руководитель А. Е. КАЛЕДА, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»
Минск, Беларусь

Автоматизировать процесс контроля возможно при замене малочувствительной визуальной регистрации изменений временных параметров сигналов, регистрацией изменений параметров одной или нескольких гармоник, обладающих максимальной чувствительностью к отклонениям параметров обмотки, вызванных дефектами.

Обычно в качестве испытательного сигнала используют последовательность прямоугольных импульсов.

Амплитуды регистрируемой гармоники при известной АЧХ (амплитудно-частотной характеристике) измерительной системы можно определить как

$$|U_n| = K(f/f_0) \frac{2E}{pn} |\sin pnt f_0| \quad (1)$$

где $K(f/f_0)$ – коэффициент передачи измерительной схемы на частоте регистрируемой гармоники с номером n ; $n = (f/f_0)$ – номер регистрируемой гармоники; f_0 – частота следования диагностических импульсов; $f = n f_0$ – частота гармонических составляющих, амплитудные изменения которых линейно связаны с изменениями формы диагностических импульсов; E – амплитуда диагностических импульсов; T – период следования импульсов; t – длительность импульсов.

Выбор временных параметров T и t импульсной последовательности осуществляется таким образом, чтобы следующая за несущей информацией о дефекте гармоникой следовала гармоника, соответствующая нулю амплитудного спектра.

Период импульсной последовательности и длительность ее импульсов определяются выражениями

$$T = \frac{2n_m}{f_{im} + f_{em}} \quad (2)$$

$$t = \frac{T}{n_m + 1} \quad (3)$$

где n_m – номер гармоники, E , f и t – импульсной последовательности; f_{im} и f_{em} – нижняя и верхняя границы диапазона частот максимума для испытываемого ряда электрических машин; T – период следования импульсов.

К. Ю. СУХОДОЛОВ, Е. А. БЕЛОУСОВ

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

Учреждение образования

«ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»

Минск, Беларусь

Преимущественное назначение контроля обмоток электрических машин заключается в проверке их на отсутствие или наличие витковых замыканий как самого труднообнаруживаемого дефекта. Обнаружение виткового замыкания основано в большинстве методов на возбуждении импульсами в обмотке, как в резонансном контуре колебательных процессов, по форме которых судят о наличии дефектов. Искаженные участки импульсных характеристик, вызванные замыканием витка, труднофиксируемы и могут быть приняты за искажения и помехи.

Достоверный результат контроля может быть получен при использовании резонансного участка частотной характеристики, получающего максимальное изменение при возникновении виткового замыкания и минимальное при отклонении параметров исправной обмотки. Полученные частотные характеристики показывают, что этому критерию отвечает область первого резонанса, которая для асинхронных двигателей со всыпными обмотками находится в диапазоне до 100 кГц.

В полученных схемах контроля используются резонансные процессы в обмотках электрических машин как в цепях с распределенными параметрами. Методы контроля, основанные на этих схемах, позволяют получить в рассматриваемом диапазоне частот один явно выраженный максимум результирующей амплитудно-частотной характеристики.

Исследованы частотные характеристики схем контроля с целью проведения оптимизационного выбора участка, обеспечивающего получение максимальной чувствительности параметров выходного сигнала к витковым замыканиям и минимальной чувствительности к отклонениям параметров обмотки. Найден участок частотной характеристики, для которого отношение относительного изменения одного из его значений при возникновении виткового замыкания к такому же изменению при отклонении параметров обмотки было бы максимальным.

В качестве испытательного сигнала используется один из сигналов, позволяющих испытать изоляцию обмотки – последовательность трапецеидальных знакопеременных импульсов с частотой следования.

С помощью выбора временных параметров входного сигнала и путем оптимизации частотного совмещения его амплитудного спектра с частотной характеристикой передаточной функции схемы контроля возможно подавление малочувствительных к дефектам гармоник.

ногам. Этот вариант был выбран в качестве базового для дальнейшего исследования.

Расчет проводился с использованием метода конечных элементов для следующих условий:

- нагружение статическое;
- удвоенная сила тяжести груза (20 кН) действует вертикально;
- толщина верхней стальной пластины 10 мм;
- сечение ног прямоугольное коробчатое (верхняя алюминиевая часть – 30 x 50 мм, нижняя стальная часть – 25 x 45 мм, толщина стенок ног – 2,5 мм).

Уровень максимальных напряжений в пластине составил около 300 МПа, в ногах – не более 12 МПа. Значения деформаций составили: для пластины – 0,74 мм, для алюминиевой части ног – 0,43 мм, для стальной – 0,12 мм.

Для ответственных конструкций расчет на прочность необходимо вести по допускаемым напряжениям. Приняв коэффициент запаса, равный трем, получаем значения допускаемых напряжений для элементов конструкции:

- для стали – 80 МПа;
- для алюминиевого сплава – 60 МПа.

Результаты вычислений показали, что часть конструкции (пластина) работает за пределом допускаемых напряжений, а ноги имеют пятикратный запас прочности. Это сделало целесообразным проведение оптимизационного расчета для подбора конструктивных размеров элементов. В качестве факторов варьирования были приняты:

- толщина пластины;
- ширина поперечного сечения алюминиевой части ног;
- высота поперечного сечения алюминиевой части ног.

Целевой функцией являлся объем, т.к. конструкция состоит из материалов различной плотности, функцией штрафа-величина допускаемых напряжений.

В результате выполнения оптимизационного расчета по критерию прочности получены следующие значения факторов варьирования:

- толщина пластины – не менее 19,7 мм;
- ширина поперечного сечения алюминиевой части ног – 15 мм;
- высота поперечного сечения алюминиевой части ног – 20 мм.

При этом происходит снижения объема конструкции с 0,0025 м³ до 0,00112 м³, т. е. почти в 2,5 раза, а уровень напряжений в элементах не превышает допускаемых значений. Расчет по критерию устойчивости формы конструкции также показал достаточный запас.

Таким образом, мобильное устройство для поднятия грузов может безопасно эксплуатироваться в реальных условиях при рассмотренных параметрах нагружения.

УДК 629.4
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ МЕХАНИЗМА
ПРИВОДА ПОВОРОТНОЙ РАМЫ ВАГОНА-ПЛАТФОРМЫ

Т. А. МОТЯНКО

Научный руководитель Д. Я. АНТИПИН, канд. техн. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Брянск, Россия

Выполнен анализ динамической нагруженности несущих элементов рычажного механизма привода поворотной рамы вагона-платформы для перевозки широкоформатного листового проката. Особенностью вагонов такого типа является возможность перевозки листового проката шириной до 4450 мм и длиной до 12300 мм, что достигается за счет перевозки листов в наклонном положении под углом 52° относительно горизонта. Для переведения рамы в горизонтальное погрузочно-разгрузочное положение на раме предусмотрены два пневмоцилиндра, создающие усилия, которые при помощи рычажного механизма приводят грузонесущую платформу в горизонтальное положение.

Динамический анализ выполняется в два этапа. На первом этапе определяются динамические усилия, действующие на элементы рычажной передачи механизма на основе твердотельной динамической модели вагона-платформы, реализованной в отечественном программном комплексе моделирования динамики систем тел «Универсальный механизм». В динамической модели кузов вагона-платформы представляет собой совокупность абсолютно твердых тел с реальными инерционными характеристиками, объединенных упруго-диссипативными, контактными силовыми элементами и шарнирами.

На втором этапе оцениваются динамические напряжения, возникающие в несущих элементах рычажной передачи от действия спектров динамических нагрузок, полученных на первом этапе моделирования. Анализ напряжений выполняется методом непосредственного интегрирования уравнений узловых перемещений, реализованных в промышленном программном комплексе метода конечных элементов. Для этого разработаны детализированные конечноэлементные модели несущих конструкций деталей рычажной передачи.

В результате расчетов выполнен анализ динамической нагруженности механизма несущих элементов рычажного механизма привода поворотной рамы вагона-платформы для перевозки широкоформатного листового проката модели 13-4107 производства ОАО «Днепровагонмаш».

УДК 621.313.333
ДИАГНОСТИКА ДЕФЕКТОВ ОБМОТОК СИНХРОННЫХ
ГЕНЕРАТОРОВ АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

В. П. СКОП, О. И. КИШ

Научный руководитель Ю. В. СУХОДОЛОВ, канд. техн. наук
Учреждение образования
«ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»
Минск, Беларусь

Исправность обмоток синхронных генераторов определяется в результате измерения их параметров и сравнения с образцовыми значениями. В результате делается заключение об исправности или о наличии дефектов. Дефектами чаще всего являются витковые замыкания.

Параметр, по которому определяется состояние обмотки – это временной интервал между точками перехода через ноль затухающих колебаний, что позволяет исключить влияние нестабильности амплитуды испытательного сигнала и представить его в виде последовательностей прямоугольных импульсов, удобных для дальнейшей обработки.

Осуществить достоверную диагностику позволяет спектральная обработка полученных сигналов. Разработан метод, использующий представление выходного сигнала в виде суперпозиции двух импульсных последовательностей. Импульсный сигнал подается на вывод обмотки и корпус магнитопровода. Фронтом импульса возбуждаются высокочастотные затухающие колебания, протекающие с двумя частотами, сначала с частотой f_2 , а далее до затухания с f_1 . Эти частоты соответствуют частотам первого и второго максимума амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) обмотки. Поэтому область временной характеристики, соответствующую началу колебательного процесса не используется, так как соответствующая ей высокочастотная область АЧХ может изменяться от разброса параметров статора, вызванных технологическими причинами. Формирование импульсной последовательности из снимаемого затухающего колебания происходит в момент его возбуждения и второго перехода через нулевое значение. Эту импульсную последовательность можно представить как суперпозицию двух импульсных последовательностей, вторая из которых задержана по времени на t_3 , тогда амплитуда n -ой составляющей спектра суперпозиции определяется как

$$|U_n| = \frac{4E}{pn} \left| \sin \frac{nw t}{2} \right| \left| \cos \frac{nw t_3}{2} \right| \quad (1)$$

где E – амплитуда импульсов, n – номер гармонической составляющей, t – длительность импульсов, w – частота повторения импульсов, t_3 – время задержки между импульсами.

УДК 621.86
ГИБРИДНАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНВАРИАНТНОСТИ В
ПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДАХ РОБОТОВ

А. Н. СВЕТИКОВ

Научный руководитель В. П. УМНОВ, канд. техн. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А.Г. и Н.Г. Столетовых»
Владимир, Россия

Обеспечение инвариантности системы управления роботом требует структурного и параметрического синтеза регулятора, обеспечивающего нечувствительность системы к внешним и внутренним возмущениям.

В условиях всестороннего применения контроллеров к решению задач управления наряду с традиционными методами синтеза инвариантных систем, может быть использована стратегия управления с наблюдателем возмущения выходной координаты и ее производных.

При существенной переменности массоинерционных характеристик исполнительного механизма позиционные возмущения обычно оцениваются с помощью вычисления динамического момента при условно постоянном значении изменяющихся величин наблюдателем позиционного возмущения. Отклонения динамического момента реальной системы от вычисленного при постоянных параметрах парируются с помощью обратной связи после соответствующей фильтрации. Недостатком такого принципа построения систем является то, что на вход наблюдателя возмущения подается возмущенная переменная.

Лучший результат может обеспечить построение наблюдателя возмущений с использованием модели объекта управления, в которой в качестве эталонного значения переменного параметра может быть взято, например, среднеквадратичное значение переменной величины. В случае переменности массоинерционных параметров инвариантность системы может быть обеспечена наблюдателем позиционного возмущения второй и третьей производной возмущаемой переменной. Проблемы дифференцирования переменных успешно решаются при помощи форсирующих звеньев, а в объекте - соответствующим пересчетом координат.

По разработанной методике выполнен синтез робастной системы управления робота РОСТ-300 с использованием пакета Simulink в среде Matlab.

УДК 621.83.06
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ РОЛИКОВОЙ
ПЛАНЕТАРНОЙ ПЕРЕДАЧИ

А. П. ПРУДНИКОВ

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

Повышение надежности и долговечности механических передач является основополагающим фактором, определяющим их конкурентоспособность. Надежность и долговечность любого механизма зависит от прочности деталей, из которых он состоит. Особое значение приобретает расчет на прочность для роликовой планетарной передачи, поскольку габаритные размеры деталей данной передачи ограничиваются ее функциональным назначением (область применения этих передач – средства малой механизации и малогабаритные механизмы) и не могут быть увеличены с целью повышения прочности.

В ходе проведенной работы выведены зависимости для расчета на прочность основных деталей планетарной передачи с составными роликовыми сателлитами, участвующих в передаче нагрузки от ведущего вала к рабочему органу, по контактным напряжениям, напряжениям изгиба и смятия. Также получены зависимости для определения циклической долговечности элементов передачи, исходя из заданного срока службы.

В результате проведенных исследований разработан алгоритм расчета деталей планетарной передачи с составными роликовыми сателлитами на прочность, на основании которого становится возможным определить размеры основных элементов передачи исходя из заданных нагрузок. Автоматизация данного алгоритма посредством ЭВМ позволяет значительно сократить сроки разработки новых роликовых планетарных передач, уменьшить их материалоемкость и габаритные размеры (вследствие повышения точности расчетов) и сократить затраты на их разработку (благодаря отказу от дорогостоящих стендовых испытаний). Также произведено сравнение роликовой планетарной передачи с зубчатой планетарной передачей по возможным габаритным размерам при заданном значении нагрузки. Сравнивая результаты расчетов можно заключить, что роликовая планетарная передача имеет существенно меньшие габариты при одинаковых исходных условиях, так для исследуемого случая отношение делительного диаметра колеса b зубчатой планетарной передачи к диаметру синусоиды, являющейся образующей для беговой дорожки наружного кулачка, составило 1,65.

О. В. ПУЗАНОВА

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

Широкое применение среди различных типов трансмиссий мобильных машин получили механические и гидромеханические (ГМП) однопоточные передачи. Первые используются благодаря обеспечению высокого КПД при относительно простой структуре передачи, а вторые – позволяют точнее аппроксимировать идеальную кривую динамического фактора, однако существенно снижают КПД. Применение двухпоточной ГМП позволяет обеспечить более высокий КПД, снизить нагрузки механизмов передачи, увеличить ресурс их работы, снизить количество ступеней при достижении заданного уровня показателей тягово-скоростных свойств и топливной экономичности, упростить структуру системы управления.

При проектировании двухпоточной ГМП после проведения структурного синтеза и выбора кинематической схемы основной проблемой является определение параметров гидротрансформатора, его безразмерных характеристик, параметров планетарных механизмов и характеристик совместной работы двигателя и гидротрансформатора. В двухпоточной передаче мощность, передаваемая через гидротрансформатор, по мере увеличения скорости быстро уменьшается. Это требует особого подхода к выбору его параметров и характеристик.

В литературных источниках отсутствует методика определения параметров таких передач. В процессе исследований разработана методика параметрического синтеза двухпоточной ГМП. Суть методики заключается в том, что после выбора структуры передачи принимается гипотеза о линейности изменения момента насосного колеса гидротрансформатора двухпоточной гидромеханической передачи. Составляется система уравнений, которая описывает кинематику планетарных рядов, условия равновесия их элементов и баланс мощности с учетом взаимодействия планетарных рядов с турбиной и насосом гидротрансформатора. Выбирая точки совместной работы двигателя и гидротрансформатора, обеспечивающие высокую степень реализации мощности, и решая полученную систему уравнений, можно построить безразмерные характеристики гидротрансформатора.

Разработанная методика использована при проектировании ГМП по двухпоточной схеме DIWA фирмы VOITH применительно к городскому автобусу МАЗ-107.

Т. В. ПУЦКО, Н. А. АШИРОВА, А. Н. ГОСПОДАРИК,
В. В. ЛИХАВИЦКИЙ

Научный руководитель Д. А. ГРИНЮК, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

При нахождении настроек регуляторов для промышленных инструментов надо учитывать характеристики исполнительных механизмов. Особенно это касается электрических исполнительных механизмов (ЭИМ). Регулятор строится таким образом, чтобы с учетом передаточной характеристики механизма соблюдалась итоговая характеристика была более близкой к требуемой идеальной. Для этого чаще всего исполнительный механизм охватывают отрицательной обратной связью или несколько блоков (с учетом исполнительного механизма) – общей отрицательной связью. Иногда цепь обратной связи охватывает только регулятор таким образом, чтобы итоговая характеристика регулятора с цепью обратной связи вместе с последовательно соединенным механизмом давала нужный закон регулирования. В современных программируемых контроллерах могут быть использованы и другие структуры формирования ПИД закона управления.

Целью исследования являлось сравнение различных решений по использованию ЭИМ. Одновременно с нелинейными структурами на предмет сравнения настроек регулятора исследовались и их линеаризованные аналоги. Настройки каждой из структур находили исходя из минимизации интегрального критерия качества

$$S_{\min} = \int_0^{\infty} t^2 |e| dt \rightarrow \min .$$

Результаты оптимизации показывают, что наиболее дорогой вариант подключения исполнительного механизма постоянной скорости к управляющему контроллеру обладает наилучшими потенциальными возможностями по достижению качества переходного процесса. Для этого необходимо на шток регулирующего органа установить датчик положения.

При использовании классического алгоритма управления настройки линеаризованной модели на порядок отличаются от более полного учета свойств исполнительного механизма, что требует учет нелинейных свойств ЭИМ в процессе поиска настроек регулятора или использование прикладного метода на физическом объекте.

Ю. С. ПОТАНИН, АБУ МАХВУЗ АХМАД

Научный руководитель А. А. КОБЗЕВ, д-р техн. наук, проф.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
 «ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
 им. А.Г. и Н.Г. Столетовых»
 Владимир, Россия

Рассматриваются многокоординатные системы приводов для управления объектами различного рода технологического оборудования. Особенностью является геометрически-силовое взаимовлияние приводов. Необходимо парировать внешние межкоординатные возмущения.

Для таких систем возможно построение приводов с использованием принципа вложенных контуров. Сначала производится ранжирование контуров. В младшем контуре выделяется моментная ошибка, и вводится в виде дополнительной составляющей [1] в управляющее воздействие привода второй координаты. Аналогично ошибка второго контура подается в третий. Особенности описанной структуры:

- ошибка по нерасчетному возмущению одного канала выделяется предыдущим каналом независимо от их функциональной взаимосвязи;
- каждый привод по положению охватывается обратной связью с передаточной функцией предыдущего привода по возмущению;
- выделенная ошибка по возмущению подается в управляющее воздействие в виде дополнительной составляющей;
- моментная ошибка при этом трансформируется в дополнительную составляющую по управляющему воздействию;
- для систем с электродвигателями передаточная функция привода по управлению имеет астатизм первого порядка, а по возмущению – нулевого; в части дополнительно возмущения степень астатизма контура привода повышается на единицу. При этом статическая ошибка, становится равной нулю;
- наличие интегрирующего звена в цепи перекрестной обратной связи повышает порядок астатизма еще на единицу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кобзев, А. А. Адаптация управляющего воздействия в приводах сборочного робота / А. А. Кобзев // Известия ВУЗов. Электромеханика. – 1991. – N 12. – С. 73–79.

А. Г. СЕНЬКО

Научный руководитель В. М. БЛАГОДАРНЫЙ, д-р техн. наук, проф.

Учреждение образования
 «БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 Барановичи, Беларусь

В XIX веке инженеры хотели создать безопасную альтернативу паровым двигателям того времени, котлы которых часто взрывались из-за высоких давлений пара и неподходящих материалов для их постройки. Хорошая альтернатива паровым машинам появилась с созданием двигателей Стирлинга, который мог преобразовывать в работу любую разницу температур. Основным принцип работы двигателя Стирлинга заключается в постоянно чередуемых нагревании и охлаждении рабочего тела в закрытом цилиндре. Обычно в роли рабочего тела выступает воздух, но также используются водород и гелий. В ряде экспериментальных образцов испытывались фреоны, двуокись азота, сжиженный пропан-бутан и вода. В последнем случае вода остаётся в жидком состоянии на всех участках термодинамического цикла. Особенностью стирлинга с жидким рабочим телом является малые размеры, высокая удельная мощность и большие рабочие давления. Существует также стирлинг с двухфазным рабочим телом. Он тоже характеризуется высокой удельной мощностью, высоким рабочим давлением. Из термодинамики известно, что давление, температура и объём газа взаимосвязаны и следуют закону идеальных газов $PV = nRT$, где: P – давление газа; V – объём газа; n – количество молей газа; R – универсальная газовая константа; T – температура газа в кельвинах.

Это означает, что при нагревании газа его объём увеличивается, а при охлаждении – уменьшается. Это свойство газов и лежит в основе работы двигателя Стирлинга. Двигатель Стирлинга использует цикл Стирлинга, который по термодинамической эффективности не уступает циклу Карно, и обладает преимуществом. Конструкция двигателя очень проста, он не требует дополнительных систем, таких как газораспределительный механизм. Он запускается самостоятельно и не нуждается в стартере. Его характеристики позволяют избавиться от коробки передач. Увеличенный ресурс – простота конструкции, отсутствие многих «нежных» агрегатов позволяет стирлингу обеспечить небывалый для других двигателей ресурс в десятки и сотни тысяч часов непрерывной работы.

УДК 621.774

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ НАГРУЖЕНИЯ НА ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ЛИСТА ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ

Е. В. ТОМИЛО

Научный руководитель Ю. В. ВАСИЛЕВИЧ д-р физ.-мат. наук, проф.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Одним из наиболее эффективных современных средств теоретического анализа напряженно-деформированного состояния является использование метода конечных элементов. Эффективным средством решения указанных задач является программный продукт ANSYS. Данный программный продукт позволяет решать задачи с геометрически большими деформациями твердотельных моделей, а также исследовать их разрушение. При анализе деформирования листа рессоры использовали модель материала **Linear Isotropic**.

При построении конечно-элементной модели из-за симметричности листа рассматривали его половину. В ходе численных экспериментов установлено, что геометрия рессоры, скорость нагружения оказывают существенное влияние на характер деформирования листа (рис. 1) и скорость затухания упругих волн, что может приводить к существенной концентрации напряжений.



Рис. 1. Зависимость деформации от скорости приложения нагрузки: 1 – скорость 0,01 м/с, 2 – скорость 0,05 м/с

Установлено, что чем тоньше лист, тем сильнее влияние динамических эффектов на его напряженное состояние. За время нагружения упругая волна несколько раз доходит до середины листа и возвращается, что выражается в постоянном перемещении пика максимальных главных деформаций.

УДК 621.369

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕСКОЛЬКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ КАНАЛОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

М. Ю. ПОДОБЕД

Научный руководитель Д. С. КАРПОВИЧ, канд. техн. наук

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Точность позиционирования для систем транспортировки является параметром, характеризующим точность работы всей системы автоматического управления в целом. Поэтому повышение точности позиционирования является важной и актуальной проблемой.

В процессе работы был разработан алгоритм позиционирования с использованием двух типов датчиков, имеющих различные классы точности. В качестве реализации предложена система автоматического управления электромеханическим объектом с двумя отрицательными обратными связями, в которых находятся датчики перемещения. Одна из обратных связей имеет повышенную точность и введена в систему для улучшения позиционирования.

Суммарный сигнал двух обратных связей можно представить как усредненное значение двух равноценных сигналов. Это было бы абсолютно справедливо, если бы в цепях обратных связей стояли одинаковые датчики с одинаковыми характеристиками. Но так как в обратных связях расположены датчики с заведомо разными классами точности, то целесообразно учитывать весовые коэффициенты, оценивающие погрешности измерения в каждом канале. Таким образом, использование весовых функций по каналам должно усилить ту информационную составляющую, погрешность которой ниже.

В качестве шумов, характеризующих класс точности приборов, при синтезе модели системы автоматического управления в приложении Simulink пакета Matlab использовалось звено Uniform Random Number, синтезирующее случайные сигналы. В данной модели принимается, что абсолютная и относительная погрешность принимает максимальное значение на всем диапазоне нарастания сигнала.

По результатам моделирования систем определено, что система с весовыми коэффициентами позволяет обеспечивать качество управления на 18,3 % лучше по сравнению с системой без учета весовых коэффициентов. Критерием оптимальности при этом выступают статистические характеристики выходного сигнала: математическое ожидание и дисперсия.

А. А. ПЕТРОВ

Научный руководитель В. П. УМНОВ, канд. техн. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А.Г. и Н.Г. Столетовых»
Владимир, Россия

Рассматривается исполнительная система лазер – робота с дополнительным механизмом пассивного манипулирования. Предлагается структура и алгоритм параметрического синтеза самонастраивающейся системы управления приводами робота из условия обеспечения инвариантности к аддитивным и мультипликативным возмущениям с учетом фундаментальных нелинейных ограничений при монотонном характере изменения переменных состояния.

В структуру системы управления входит наблюдатель статико-динамических параметров манипуляционной системы, наблюдатель силомоментного взаимодействия между активным и пассивным манипуляторами, виртуальная модель нормированной эталонной передаточной функции системы, содержащей коэффициенты интегральной линеаризации нелинейных зависимостей фундаментальных ограничений. Для оценки силомоментного взаимодействия предлагается два варианта построения наблюдателя: с использованием и без использования датчика силомоментного очувствления. В первом случае по информации с датчика решается прямая и обратная задачи динамики, а во втором – дополнительно прямая и обратная задача кинематики для манипуляционной системы робота. В качестве основного уравнения синтеза используются выражения, полученные по формулам Хевисайда, связывающие между собой параметры системы, заданные характеристики движения и начальные условия. Предлагается структура контроллеров для наблюдателей и блока самонастройки. В качестве настраиваемых параметров используются параметры ПИ – регуляторов в структуре приводов.

Результаты моделирования, выполненные с использованием пакетов SimMechanics и Simulink библиотеки Matlab, показали высокую эффективность предложенного алгоритма синтеза, характеризующуюся высоким быстродействием и точностью при достаточной степени чувствительности.

Е. В. ТОМИЛО

Научный руководитель Ю. В. ВАСИЛЕВИЧ д-р физ.-мат. наук, проф.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

При эксплуатации в условиях высоких нагрузок, скоростей деформирования качество поверхности является одним из определяющих факторов в обеспечении эксплуатационной надежности рессор.

Цель данной работы – исследовать влияние макро-отклонений поверхности рессоры (рис. 1) на ее жесткость (рис. 2).

Макро-отклонения в геометрии рессор. При численных экспериментах длина листа рессоры $L=0,8$, $h_{max}=0,008$ м, $h_{min}=0,004$ м. Продолжительность нагружения 0,5 с. Рассматривалась, в частности, непараллельность границ сечения рессоры с отклонением в «плюс» и в «минус» на $h^{\pm}=0,0005$ м. Данные макро-отклонения могут быть вызваны, как неточностями изготовления инструмента, так и его износом.

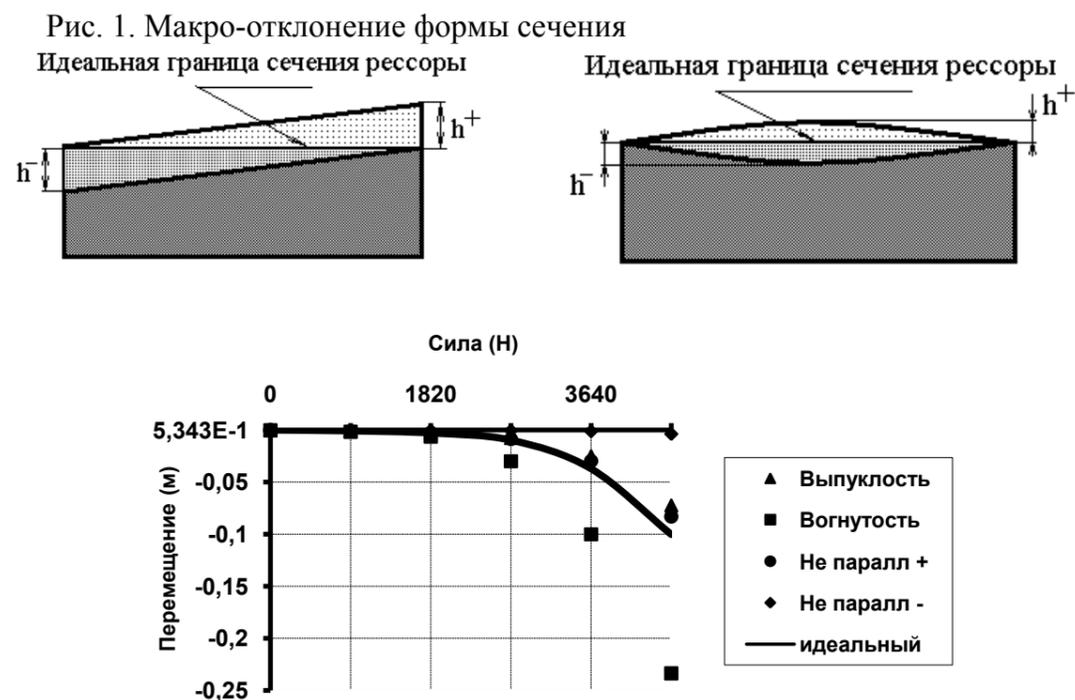


Рис. 2. Зависимость жесткости рессоры от макро-отклонений формы

Установлено, что макро-отклонение формы в значительной степени влияет на жесткость рессоры, особенно вогнутость профиля.

УДК 544.654.2:546.74

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НИКЕЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ,
ОСАЖДЕННЫХ ИЗ АЦЕТАТНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

И. В. АНТИХОВИЧ

Научный руководитель А. А. ЧЕРНИК, канд. хим. наук, доц.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Современные промышленно используемые электролиты никелирования имеют ряд недостатков: высокая концентрация Ni^{2+} , применение H_3BO_3 в качестве буферной добавки, повышенная до 45–55 °С температура. Добавление в электролит CH_3COOH позволяет, по сравнению с электролитом Уоттса, уменьшить температуру и концентрацию Ni^{2+} и снизить унос солей никеля при промывке деталей, а также уменьшить нагрузку на системы регенерации электролита и очистки сточных вод.

Целью работы является исследование свойств покрытий, полученных из низкотемпературных ацетатных электролитов.

При помощи потенциометрического титрования установлено, что смесь CH_3COO^- и CH_3COOH является более эффективной добавкой, чем борная кислота. Интервал рН максимально буферной емкости для электролитов колеблется в диапазоне 3,5 – 5.

Для определения рабочего интервала плотностей тока исследуемых электролитов использовали ячейку Хулла. Далее производили осаждение для выяснения зависимостей выхода по току от плотности тока. Установили, что в интервале 1–4 А/дм², получают плотные, компактные, хорошо сцепленные с подложкой покрытия.

Защитное действие никелевых покрытий на стали снижается при наличии пор. Установили, что при толщине 30 мкм пористость составляет 2 пор/см². При вольтамперметрическом изучении процессов коррозии выяснили, что в электролитах, где основной солью является $NiCl_2$, покрытия имеют более низкие токи коррозии по сравнению с сульфатно-хлоридными электролитами.

Микротвердость никелевых покрытий колеблется в диапазоне 137–170 кгс/мм². Низкая микротвердость никелевых покрытий делает изученные электролиты перспективными для использования никеля в качестве металла-связки при получении композиционных электролитических покрытий для режущего инструмента.

Адгезию никелевых покрытий изучали методом изгиба, согласно ГОСТ 9.302–88. Во всех электролитах покрытие выдержало испытание при толщине 20 и 40 мкм. При 60 мкм наблюдается отслаивание.

УДК 621.313.333

ОБНАРУЖЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ОБМОТОК ВОЗБУЖДЕНИЯ
СИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

Н. В. ПАСИКУНОВ, А. В. БЕЛОУСОВ

Научный руководитель Ю. В. СУХОДОЛОВ, канд. техн. наук

Учреждение образования

«ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»

Минск, Беларусь

Обмотки возбуждения синхронных генераторов работают в неблагоприятных условиях, что способствует образованию дефектов, из которых витковые замыкания наиболее вероятны.

Наиболее распространены методы, согласно которым состояние обмотки определяется по форме снимаемого импульсного сигнала. Форма выходных сигналов при различных схемах контроля и видах объектов испытаний различна, что создает трудности при реализации диагностики в условиях эксплуатации. Устранить эти трудности можно, преобразовав выходной сигнал в последовательность прямоугольных импульсов, параметры которой коррелированы с чувствительными к витковым замыканиям параметрами выходного сигнала.

В качестве параметра, по которому судят о состоянии обмотки, необходимо использовать временной интервал между точками перехода через нулевое значение затухающих колебаний, что позволяет исключить влияние неустойчивости амплитуды испытательного сигнала и унифицировать выходной сигнал, представив его в виде последовательностей прямоугольных импульсов, удобных для дальнейшей обработки. Следует произвести спектральную обработку сигналов, которая заключается в частотном совмещении первого нуля огибающей амплитудного спектра суперпозиции двух импульсных последовательностей и области минимальной чувствительности к неустойчивости временных параметров сигналов. Наличие дефекта и его место определяется по уровню амплитуды гармоники, соответствующей нулю амплитудного спектра и соседних с ней гармоник.

Способ обнаружения витковых замыканий [1] в обмотках не получил практического применения из-за трудности и неточности визуального сравнения сигналов, хотя принцип подачи сигнала в обмотку достаточно универсален и позволяет применить его к широкому классу электрических машин. На базе схемы подачи сигнала был разработан метод, использующий унифицированное представление выходного сигнала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.с. 143133 СССР. МКИ GOIR 31/06. Способ обнаружения витковых замыканий в обмотках электрических машин / Р. М. Маневич. опубли. в Б.И. 1961, №23.

УДК 621.314.571

ЛАЗЕРНЫЙ ТРЕХОСЕВОЙ ВИБРОМЕТР

И. А. ОСАДЧИЙ

Научный руководитель И. П. КАВРИГО, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»

Минск, Беларусь

Достоверность полученных данных по результатам вибродиагностики в значительной степени определяется точностью измерения параметров вибрации. Среди множества методов виброизмерений оптические имеют наиболее высокую потенциально достижимую точность. Существующие измерители параметров вибрации не позволяют разделить ее линейные и угловые составляющие, что приводит к увеличению погрешности их измерения.

В связи с этим разработан метод измерения параметров вибрации с разделением ее линейной и угловой составляющих. Он основан на сочетании интерферометрического и модуляционного методов. Разработана структура трехосевого виброметра с использованием лазерного излучения, реализующая предложенный метод. Отличительной особенностью лазерного виброметра является возможность измерения многомерной вибрации объекта, при наличии одной измерительной головки. Это достигается за счет совмещения трех каналов измерения (одного линейного и двух угловых).

Виброметр состоит из трех частей: оптико-электронный блок (обеспечивает фокусировку луча лазера, его прохождение и регистрацию, а также формирование выходных сигналов, содержащих информацию о параметрах вибрации объекта), электронный блок (обеспечивает обработку и преобразование выходных сигналов оптико-электронного блока, а также сопряжение с ЭВМ), ЭВМ (управляет обменом информации между интерфейсом вычислительной машины и электронным блоком, содержит программное обеспечение для отображения результатов измерений и анализа параметров вибрации объекта в удобном для оператора виде).

Предложенный лазерный трехосевой виброметр позволяет измерять параметры вибрации в сферической системе координат. Точность их измерения составляет половину длины волны используемого источника излучения.

Широкое применение разработанный измеритель может найти в точном машиностроении, авиационной и космической промышленности, при производстве изделий микроэлектроники, в научных исследованиях и других областях.

УДК 666.76:54.057

ПОЛУЧЕНИЕ КАРБИДСОДЕРЖАЩИХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА

А. А. БАБАК, К. Б. ПОДБОЛОТОВ

Научный руководитель Е. М. ДЯТЛОВА, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) – это разновидность горения, в котором образуются ценные в практическом отношении твердые вещества (материалы). Как технологический подход, СВС по комплексу показателей превосходит традиционные методы синтеза с использованием высокотемпературных печей и имеет большие перспективы в производстве современных огнеупорных и тугоплавких материалов, а также композитов на их основе. СВС позволяет расширить технологические возможности производства материалов, получение которых с помощью других приемов невыгодно, а порой и невозможно.

Целью данной работы является установление закономерностей влияния реакционноспособных соединений на параметры процесса синтеза и структурно-фазовые превращения при экзотермическом синтезе керамических тугоплавких композиций на основе фаз карбидов и сложных оксидных соединений кремния, алюминия в системе $Al-SiO_2-C$.

Образцы готовились методом полусухого прессования при давлении 20–30 МПа. Отпрессованные образцы высушивали в сушильном шкафу при температуре 100 °С. Для иницирования СВС-синтеза образцы ставились в нагретую до температуры 800–900 °С печь, после прогрева образца наблюдалось прохождение фронта синтеза, при этом образец раскалялся до ярко белого цвета.

На основе анализа литературы активизатором и интенсификатором процесса были выбраны добавки реакционноспособных соединений, которые способствуют активированию взаимодействия (соединения фторидов, сульфатов, фосфатов и боратов).

В ходе исследования было установлено, что активация процесса горения возможна при введении добавок соединений фтора с алюминием и кремнием, сульфатов и борной кислоты. Установлено, что наибольшим активизирующим воздействием обладает добавка фторида алюминия, способствующая снижению кинетического затруднения в процессе протекания реакций синтеза. При этом достигается увеличение скорости протекания процесса синтеза в 2–3 раза.

УДК 669.715
 ВЛИЯНИЕ РАСХОДА ОХЛАДИТЕЛЯ НА СТРУКТУРУ ЗАГОТОВОК,
 ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ НАМОРАЖИВАНИЯ
 НА ВОДООХЛАЖДАЕМОМ СТЕРЖНЕ

К. Н. БАРАНОВ, А. И. РИВКИН
 Научный руководитель Е. И. МАРУКОВИЧ, д-р техн. наук, проф. акад.
 Государственное научное учреждение
 «ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН Беларуси»
 Могилев, Беларусь

В ГНУ «Институт технологии металлов НАН Беларуси» разрабатывается технологический процесс литья полых заготовок из силумина способом намораживания на водоохлаждаемом стержне. Известно, что основным параметром, влияющим на качество и свойства силуминов, является скорость затвердевания, которая определяется расходом охладителя. Поэтому целью данной работы является исследование влияния расхода охладителя в стержне на структуру получаемых заготовок.

Эксперимент проводили следующим образом. Расплав силумина АК18 готовили в термической печи «Snol-1300» в шамото-графитовом тигле. Разливку жидкого металла производили при температуре 850 °С в графитовую форму, нагретую до температуры 550 °С. После заполнения расплавом формы до заданного уровня в нее погружали водоохлаждаемый стержень. После формирования отливки ее извлекали из графитовой формы. Эксперимент проводили при расходе охладителя в стержне 1,1; 1,6 и 2,6 м³/ч. В результате были получены полые заготовки из сплава АК18 диаметром 35 мм и длиной 110 мм с толщиной стенки 10 мм. Из средней части отливки были вырезаны поперечные шлифы. Методом металлографического анализа установлено, что дисперсность первичных кристаллов кремния при расходе охладителя 1,1 м³/ч в среднем составляла 25 мкм, эвтектического кремния 3–4 мкм, а протяженность усадочной зоны – 6 мм. При расходе охладителя 1,5 м³/ч размеры первичного кремния были 15–20 мкм, а эвтектического кремния 1,5–2 мкм. Протяженность усадочной зоны при этом составляла 7 мм. При увеличении расхода охладителя до 2,6 м³/ч рабочая зона отливки, протяженностью 8 мм была представлена глобулярным эвтектическим кремнием размером 1 мкм и кристаллами первичного кремния дисперсностью 15 мкм, которые были равномерно распределены по всему сечению отливки.

Таким образом, интенсивное охлаждение стержня позволяет получить рабочую поверхность заготовки с высокодисперсной микроструктурой и минимальным припуском на механообработку.

УДК 656.07
 АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ ИЗМЕРЕНИЙ В ПРОЦЕССАХ
 СТАТИСТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ АВТОТРАНСПОРТА

Т. В. ОРЛОВА, Р. А. КУЗНЕЦОВ
 Научный руководитель Ю. А. ОРЛОВ, канд. техн. наук, доц.
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
 «ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
 им. А.Г. и Н.Г. Столетовых»
 Владимир, Россия

В настоящее время многие предприятия применяют статические методы практически на всех стадиях жизненного цикла, как для анализа и контроля качества, так и для разработок новых технологий и принятия правильных управленческих решений. Существующий математический аппарат методов статистического регулирования на основе серии ГОСТ Р 50779 гармонизирован с международными стандартами менеджмента качества ISO 9001:2008 и позволяет успешно решать эти задачи.

Проведем анализ воспроизводимости и повторяемости *измерительной системы* с помощью Statistica. Рассматриваемый параметр - наружный диаметр втулки головки блока цилиндров. В плане эксперимента учитывается влияние двух операторов и трех партий выпускаемой продукции. Объем выборки три элемента.

Для этого составим матрицу плана (рис. 1) и оценим дисперсии методом размахов

		Итого плана для изучения R & R (Таблица данных2)		
		Операторы: 2 Дет.: 3 Опыты: 3		
Оператор	Опыт	Дет. 1	Дет. 2	Дет. 3
Оператор 1	Опыт 1	13,7476	13,3282	13,2486
	Опыт 2	18,1123	10,4097	11,8925
	Опыт 3	15,1428	10,9012	11,2002
Оператор 2	Опыт 1	14,823	15,6814	16,9724
	Опыт 2	11,4213	11,8349	11,6411
	Опыт 3	17,0578	15,7221	13,4832

Рис. 1. Итого плана

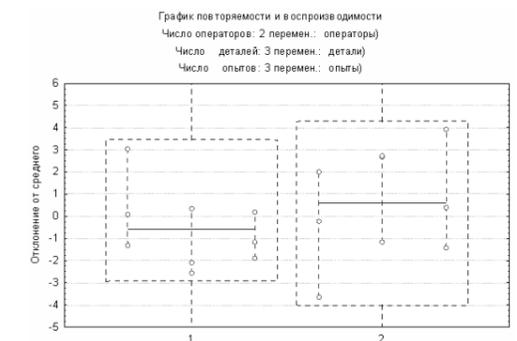


Рис. 2. График повторяемости и воспроизводимости

Построим график повторяемости и воспроизводимости (рис. 2)

Отсюда следует, что систему нельзя использовать, так как отношение дисперсии воспроизводимости и повторяемости к общей дисперсии превышает 1/3.

Р. Т. НАСИБУЛЛИН, Л. Р. САРИМОВ

Научный руководитель А. З. ГУМЕРОВ, канд. тех. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КАМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
АКАДЕМИЯ»
Набережные Челны, Россия

Одним из основных классов материалов, применяемых в электромашиностроении, являются ферромагнитные материалы. Изготовление электрических машин с широким диапазоном выходных характеристик связано с применением ферромагнитных материалов с заданными магнитоэлектрическими характеристиками. Одним из применяемых в промышленности методов их изготовления является метод спекания из порошка. При этом основным сырьем для производства ферромагнитных материалов служит ферромагнитный порошок.

Мировое производство электрических машин характеризуется высокими темпами роста. Поэтому разработка более простых, дешевых и эффективных методов получения ферромагнитного порошка с заданным уровнем технологических характеристик является актуальной задачей.

Метод плазменного распыления по сравнению с другими методами обладает существенными преимуществами. Это:

- сравнительно низкие энергозатраты,
- высокая производительность и технологичность,
- широкие возможности автоматизации и механизации технологического процесса.

В нашем случае электрический разряд образуется между электролитическим анодом (тех. вода, раствор NaCl и CuSO₄) и металлическим катодом (сталь 45 цилиндрической формы). Диаметр металлического катода варьируется от 10 до 40 мм. В зависимости от диаметра металлического катода, межэлектродное расстояние устанавливали в пределах $2 \leq l \leq 10$ мм. Ток разряда увеличивали в пределах от 0,5 до 1,5 А. При малых токах разряда прекращается распыление металлического катода, а увеличение тока разряда выше 2 А приводит к капельному срыву материала. Для металлического катода диаметром $d_k=5$ мм оптимальным является межэлектродное расстояние $l=3$ мм и сила тока разряда $I=1,5$ А. При данных условиях достигается максимальная производительность ($P=0,1$ кг/час).

Р. А. БОНДАРЕВ

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

В настоящее время все большее внимание уделяется налаживанию безотходных производств не только в пищевой, но и в химической и других отраслях промышленности. В частности, при производстве продукции бытовой химии порядка 30 % материалов не удовлетворяют стандартам, предъявляемым к крупности частиц порошков. Поэтому для снижения расхода исходных материалов используют их вторичную переработку, заключающуюся в измельчении некондиционных порошков.

На кафедре прикладной механики УО «МГУП» были проведены эксперименты по измельчению отходов производства синтетических материалов. На рис. 1 представлен гранулометрический состав полученного порошка в виде интегральной кривой полных проходов $D(\delta)$.

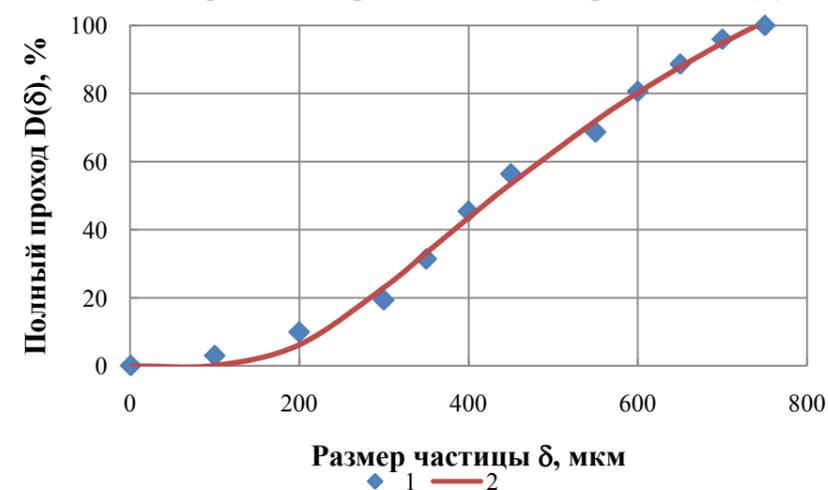


Рис. 1. Интегральная кривая полных проходов: 1 – эксперимент; 2 – расчет по выражению (2)

Математическую обработку полученных экспериментальных данных проводили при помощи формулы Гриффитса, которая имеет вид:

$$D(\delta) = B \cdot \exp(-l/\delta) \delta^{-c}, \quad (1)$$

где B , l и c – эмпирические величины.

В результате математической обработки были получены значения величин B , l и c , и выражение (1) приняло вид:

$$D(\delta) = 1200,3 \cdot \exp(-835,1/\delta) \delta^{-0,21}. \quad (2)$$

УДК 66.096.5

АКУСТИЧЕСКАЯ ГОМОГЕНИЗАЦИЯ КИПЯЩЕГО СЛОЯ
В ПРОЦЕССЕ СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

С. В. ВАСИЛЕВИЧ, Р. М. НЕВАР, А. В. АКУЛИЧ

Научный руководитель О. С. РАБИНОВИЧ, д-р физ.-мат. наук

Государственное научное учреждение

«ИНСТИТУТ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА им. Лыкова НАН Беларуси»

Минск, Беларусь

Кипящий слой широко применяется для сжигания дисперсных топлив и синтеза материалов. Он позволяет достичь наибольшей контактной поверхности дисперсного материала с газом и, одновременно, обеспечить высокую однородность концентраций и температур в реакторе. Каталитический синтез углеродных нанотрубок (УНТ) в реакторе кипящего слоя обладает несомненными достоинствами: высокой производительностью, хорошим качеством и однородностью состава продукта. Однако при реализации кипящего слоя УНТ возникает проблема, связанная с сильной адгезией нанотрубок. Рассматриваемая дисперсная система относится к группе В по классификации Гелдарта, характеризующейся образованием каналов и струй при продуве через неё газа. В результате степень конверсии углеродсодержащего газа падает, также как и производительность процесса.

Для достижения однородности кипящего слоя использован метод акустического воздействия. В настоящей работе предложено установить источник акустических колебаний в холодной зону реактора, под газораспределительной решеткой. Частота звуковых колебаний выбирается близкой к собственной частоте реакционной камеры. Возникающие в реакторе резонансные колебания звукового давления достаточно большой амплитуды (~ 120 dB) приводят к разрушению адгезионных связей между агломератами УНТ и препятствуют образованию каналов и газовых пузырей. В результате создается высокооднородный кипящий слой, обеспечивающий практически полное использование углеродсодержащего газа и, как следствие, высокую производительность процесса.

Расход газа зависит от скорости его продувки, которая ограничена уносом агломератов нанотрубок, и от площади сечения реактора. При полной конверсии углеродсодержащего газа в нанотрубки, производительность реактора определяется этим максимальным расходом газа и теоретически не может превышать некоторого значения на единицу площади поперечного сечения реактора для определенного вида получаемых нанотрубок. В работе экспериментально реализована максимальная производительность синтеза УНТ 3,5–4,0 г/ч на 1 см².

УДК 681.5

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА НА ОСНОВЕ МЕТОДА
НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ В САУ С ПРОГНОЗОМ

Н. Р. ЛИПАТОВ, АБУ МАХВУЗ АХМАД

Научный руководитель А. А. КОБЗЕВ, д-р техн. наук, проф.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

им. А.Г. и Н.Г. Столетовых»

Владимир, Россия

В работе рассматривается одно из возможных перспективных направлений повышения точности систем автоматического управления (САУ) в классе систем с интеллектуальным управлением – САУ с параллельной прогнозирующей моделью с не полностью наблюдаемой регулируемой координатой. Отличительная особенность построения системы состоит в том, что в контуре управления по конструктивным требованиям невозможно установить датчик контроля непосредственно регулируемой координаты, и система замыкается по промежуточной координате. Сюда относятся и некоторые технологические системы. В технологических системах (станки с ЧПУ, роботы и т.п.) это случай, когда датчик обратной связи контролирует перемещение рабочих органов, а не непосредственно точку контакта инструмента с обрабатываемой поверхностью. Принципиальным моментом такой структуры является прогнозирование управляющего и (или) возмущающего воздействия. Для этого могут использоваться интерполирование с помощью полинома Лагранжа, с помощью полинома Ньютона, интерполяция сплайнами, глобальная и кусочно-полиномиальная интерполяция, аппроксимация методом наименьших квадратов. Рассматривается валидация возможностей построения прогнозатора на основе метода наименьших квадратов.

Моделирование алгоритма работы прогнозатора реализуется в среде MatLab. Для проведения анализа точности прогнозирования функций изменяются их параметры (амплитуда и скорость), степень многочлена, шаг. Точность прогноза оценивается по максимальной абсолютной погрешности функции. Изменение амплитуды вызывает пропорциональное изменение абсолютной погрешности, не изменяя характера зависимости ошибки, что справедливо и для других методов прогнозирования. Увеличение шага в 2 раза приводит к возрастанию ошибки до 40 раз.

УДК: 631.358:633.521

ОБМОЛАЧИВАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО В ЛИНИИ ПЕРВИЧНОЙ
ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНА ФИРМЫ «VAN DOMMELE»

В. А. ЛЕВЧУК

Научный руководитель В. Е. КРУГЛЕНЯ, канд. техн. наук, доц.

Учреждение высшего образования

«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ»

Горки, Беларусь

В целях сокращения сроков уборки льна и получения высокого урожая льнотресты, характеризующейся высоким выходом и качеством льноволокна по опыту европейских стран, в республике переходят поэтапно на рулонную технологию обмолота льна, с учетом модернизации льноперерабатывающих предприятий, в том числе с очесом семенных коробочек в технологической линии переработки льнотресты.

Одним из таких предприятий является ОАО «Дубровенский льнозавод», где установлена технологическая линия первичной обработки льна фирмы «Van Dommele», с очесыванием семенных коробочек аппаратом гребневого типа.

Одним из недостатков которого, является то, что его работа сопровождается значительным повреждением стеблей и значительным (до 8 %) отходом их в путанину. Процесс очеса в устройстве происходит в период принудительного распутывания стеблей и сцепившихся коробочек в обрабатываемой порции льна, когда система параллельных зубьев гребня при своем движении вдоль массы стеблей осуществляет процесс выпрямления, параллельного ориентирования последних. В результате этого коробочки отрываются движущимися относительно друг друга стеблями.

С целью устранения выявленных недостатков серийного очесывающего устройства разработана конструкция устройства, сочетающая комбинированное ударно-вытирающее-очесывающее воздействие эластичного рабочего органа при взаимодействии с верхушечной частью ленты льна находящейся в рабочем (молотильном) зазоре и решетчатой декой.

Устройство позволяет отделять головки льна от стеблей с минимальной повреждаемостью их верхушечной части, увеличить степень выделения семян, уменьшить толщину обмолачиваемого слоя в зоне обмолота и частично параллелизовать верхушечную часть стеблей и снизить травмирование и микроповреждение семян, что в конечном итоге влияет на выход длинного волокна и качество семян посевных кондиций.

УДК 539.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ И ТЕРМОНАПРЯЖЕНИЙ
В ПРОБИВНОМ ПУАНСОНЕ ПРИ ПЛАЗМЕННОМ УПРОЧНЕНИИ

А. И. ВЕРЕМЕЙЧИК

Научный руководитель В. М. ХВИСЕВИЧ, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Брест, Беларусь

В данной работе проведено исследование напряженно-деформированного состояния пуансона для пробивки отверстий при поверхностном плазменном упрочнении торцевого сечения методом граничных интегральных уравнений. Рассмотрено стационарное и нестационарное температурное нагружение. В качестве исходных данных, помимо характеристик материала, задаются параметры процесса упрочнения: скорость перемещения источника, плотность теплового потока и др. Граничные условия соответствуют случаю приложения конвекции по внешним поверхностям. К верхней торцевой грани пуансона прикладывалась температурная нагрузка. При статическом анализе нижняя грань пуансона считалась неподвижной.

С помощью теории потенциала дифференциальные уравнения в частных производных заменяются интегральными уравнениями типа Фредгольма 2-го рода. Краевая задача сводится к задаче изотермической теории упругости. Получены выражения для температурных добавок перемещений и напряжений. Построена система сингулярных интегральных уравнений термоупругости. Численная реализация интегральных уравнений выполнена на базе метода механических квадратур. Интегралы вычисляются при помощи квадратурных формул Гаусса. По найденным значениям плотностей потенциала определяются все компоненты тензора напряжений и деформаций в произвольной точке. Сначала определяется температура в любой точке пуансона. Далее находятся температурные добавки перемещений, напряжений и фиктивная температурная нагрузка, после чего находятся перемещения и напряжения.

С помощью разработанной программы определены значения температурных полей, напряжений и перемещений в различных точках пуансона. Построены зависимости распределения температуры, компонентов напряжения и перемещения от времени и координат. Результаты могут быть использованы для определения оптимальных режимов работы плазмотронов и других высококонцентрированных источников нагрева, позволяющих проводить поверхностную обработку металлоизделий высокотемпературной плазменной струей.

УДК 621.74.047

ЛИТЬЕ НАМОРАЖИВАНИЕМ ПОЛЫХ ЗАГОТОВОК
ИЗ АНТИФРИКЦИОННОГО ЧУГУНА

В. П. ГРУША

Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН Беларуси»
Могилев, Беларусь

В машиностроении широко используются подшипники скольжения из различных антифрикционных материалов, в основном это сплавы на основе меди. Зачастую для их изготовления используют толстостенный трубный прокат, либо сплошной прокат круглого сечения. Изготовление деталей из такого материала, сопряжено с рядом проблем: во-первых, это его дефицит, во-вторых, большой расход при механической обработке. Традиционные способы литья уже не всегда могут обеспечить все возрастающие требования к качеству изделий, особенно при получении заготовок, имеющих форму полых тел вращения.

Цель работы заключалась в замене деталей машиностроения из цветных сплавов на детали из чугуна, который всегда был и остается наиболее дешевым и широко распространенным материалом. Для этого необходимо было создать условия формирования отливок с плотной мелкодисперсной перлитной структурой в литом состоянии, способствующей повышению эксплуатационных характеристик деталей работающих в условиях трения и высоких удельных давлений.

Проведен анализ условий работы втулок балансира 97×90×72 мм, используемых в большегрузных автомобильных прицепах. Изготавливают их, как правило, из бронзовых толстостенных труб 100×75 мм марки БрАЖМц 10-3-1,5. Установлены основные критерии выхода из строя втулок: смятие, задиры на рабочей поверхности и истирание, приводящее к изменению геометрических размеров.

Разработана технология получения из антифрикционного серого чугуна АЧС-3 полых цилиндрических заготовок без стержня методом намораживания в непрерывно-циклическом режиме литья. Структура материала представляет мелкопластинчатый перлит П98 с равномерно распределенным пластинчатым графитом ПГд 25–90. Твердость материала 100–102 HRB, предел прочности свыше 250 МПа.

Опытно-промышленные партии втулок балансира, изготовленные из чугуна АЧС-3 полых цилиндрических заготовок без стержня методом намораживания в непрерывно-циклическом режиме литья, проходят эксплуатационные испытания. Предварительные результаты испытаний показали, что ресурс работы деталей из серого чугуна не уступает аналогичным деталям, изготовленным из сплавов на основе меди.

УДК: 631.358:633.521

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАРАБАННО-БИЛЬНОГО АППАРАТА
ПРИ УБОРКЕ ЛЬНА

М. В. ЛЁВКИН

Научный руководитель В. Е. КРУГЛЕНЯ, канд. техн. наук, доц.
Учреждение высшего образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ»
Горки, Беларусь

В Беларуси в последние годы в силу целого ряда факторов производство льнопродукции стало малорентабельным, что повлекло за собой уменьшение объемов выработки и снижение ее качества. Существенное влияние на это оказывает значительная трудоемкость возделывания льна, недостаточный уровень механизации ряда технологических процессов, а также нехватка семян высоких посевных кондиций, которые приходится закупать за рубежом.

В настоящее время обеспеченность современной специализированной сельскохозяйственной техникой по комбайновой и отдельной технологиям уборки льна составляет менее 50 %. В связи с этим комплексная механизация льняной отрасли является приоритетной задачей для обеспечения ее устойчивой работы.

Принимая во внимание изношенное состояние материально-технической базы отрасли, в частности, использование льноуборочных комбайнов с гребневым типом, наиболее распространенных в странах постсоветского пространства, не предоставляется возможным переоснастить за короткий промежуток времени льноводческую отрасль.

С одной стороны преимуществом использования аппаратов гребневого типа является его универсальность, что позволяет обеспечить очес стеблей льна на всех стадиях спелости. Однако наличие существенных отрицательных моментов в работе, а главное «грубость» исполнения технологической операции по отделению семенных коробочек от стеблей льна требуют выбора другого, но не менее универсального способа обмолота, что определяется в первую очередь динамикой взаимодействия рабочего органа очесывающего устройства со стеблями льна.

В Белорусской государственной сельскохозяйственной академии разработано устройство с бильными, эластичными рабочими органами, который позволяет улучшить эффективность очеса ленты льна за счет последовательных ударов, обеспечивающих более интенсивное выделение коробочек и семян застрявших в ленте льна и минимальное количество путанины в льноворохе.

УДК 62-50

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ВЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СИНТЕЗА СИСТЕМ
АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

А. В. ЛАПЕТО

Научный руководитель И. Ф. КУЗЬМИЦКИЙ, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Запаздывания в системах управления весьма отрицательно влияют на процессы регулирования, поэтому их необходимо учитывать при проектировании систем автоматического управления. Методы синтеза систем управления, не принимающие во внимание фактор задержки сигналов при проектировании систем, оказываются малоэффективными. Проблема же конструирования систем управления для многосвязных объектов управления с запаздываниями является еще более сложной.

Классические методы синтеза систем управления с запаздыванием не позволяют добиться хорошего результата для расчета регуляторов и компенсаторов в этих системах. Использование этих методов всегда достаточно затруднительно, даже при упрощении модели объекта управления (отбрасывании запаздывания, понижении порядка уравнений, описывающих объект), а получаемые системы управления иногда и физически нереализуемы.

Среди множества современных методов общего синтеза регуляторов для систем управления хотелось бы выделить «Теорию вложения систем». Данный метод использует системы матричных уравнений для решения задач управления и показал высокие результаты при его использовании в различных отраслях промышленности. Суть данного метода заключается во «вложении» в скалярный образ системы ее желаемого поведения (как вынужденного, так и свободного). Главными отличительными чертами данного подхода является множественность получаемых решений и простота реализации полученных решений на технологических средствах автоматизации. Таким образом, при синтезе системы управления мы получаем целый ряд решений (регуляторов или компенсаторов), из которых выбирается наиболее подходящий для определенного технологического процесса. Результат же достаточно просто реализуем на современных контроллерах и промышленных ЭВМ, имеющих специальные блоки для работы в пространстве состояний.

На базе этой теории активно ведутся разработки новых методов синтеза систем управления, в частности стоит вопрос о применении данной теории к системам управления с запаздыванием.

УДК 621.74.047

ВТОРИЧНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ПОЛЫХ ОТЛИВОК ИЗ СЕРОГО
ЧУГУНА, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ НАМОРАЖИВАНИЯ

В. П. ГРУША, Д. О. АЛЕЙНИКОВ

Государственное научное учреждение

«ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН Беларуси»

Могилев, Беларусь

При непрерывно-циклическом литье намораживанием высокая температура заготовок, извлекаемых из кристаллизатора, дает достаточно широкие возможности для управления процессом структурообразования на этапе вторичного охлаждения за счет первичного тепла отливки без применения дополнительных источников энергии. В частности, она обеспечивает распад цементита, образовавшегося в наружном слое отливок из серого чугуна.

Расширение номенклатуры заготовок, получаемых намораживанием, требует разработки термовременных режимов их вторичного охлаждения.

Проведен анализ условий вторичного охлаждения отливок Ø 102 мм с толщиной стенки до 15 мм из серого низколегированного чугуна. Экспериментально установлено, что в момент извлечения из кристаллизатора, температура наружной поверхности полых отливок составляет около 960 °С внутренней ~ 1143 °С. После извлечения из кристаллизатора происходит достаточно быстрый разогрев наружной поверхности отливки, а внутренняя поверхность в течение некоторого времени (~ 5 с) сохраняет температуру солидуса, так как в это время происходит затвердевание части жидкой фазы, вынесенной внутренней поверхностью из расплава. Полный распад эвтектического цементита, происходит только при выдержке извлеченной из кристаллизатора отливки в термокамере, выполняющей функцию термоса, обеспечивающего охлаждение (на протяжении 120-180 с) со скоростью не более 0,5 К/с, в противном случае процесс распада цементита не всегда успевает пройти полностью. Дальнейшее охлаждение отливки в области температур эвтектоидных превращений на воздухе со скоростью 1,5–1,2 К/с обеспечивает получение практически полностью перлитной матрицы.

Проведенный анализ позволил подготовить исходные данные для теоретических исследований влияния температурного режима термокамеры на термовременные режимы охлаждения отливок при литье намораживанием.

П. Ю. ДУВАЛОВ

Научный руководитель Е. И. МАРУКОВИЧ, д-р техн. наук, проф., акад.
Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН Беларуси»
Могилев, Беларусь

Актуальной является задача по повышению ресурса работы деталей из износостойких хромистых чугунов. В настоящее время большинство таких деталей отливается в песчаные формы. Наиболее перспективными технологиями, позволяющими повысить эксплуатационные характеристики деталей, являются методы литья в комбинированные и металлические формы (кокили). Их применение позволяет получать качественные отливки с более высокой твердостью и мелкой структурой, при меньшем содержании легирующих элементов.

На рис. 1 показаны структуры отливок полученных в песчаной форме (а) и металлической форме (б).

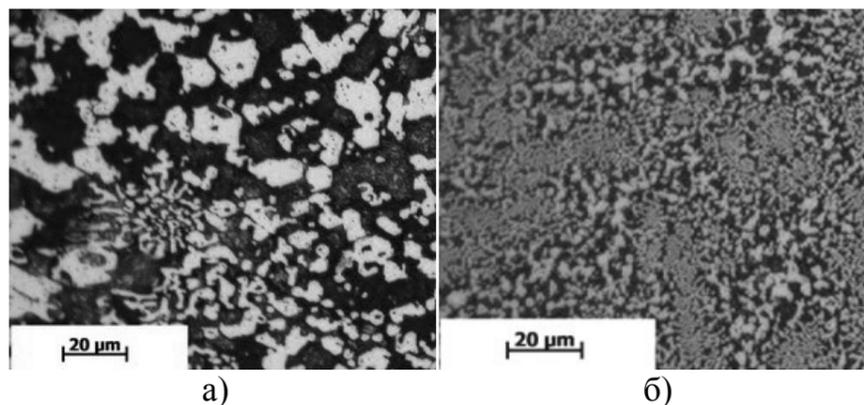


Рис. 1. Структура отливок

Отливки из эвтектического износостойкого чугуна, содержащего 16–20 % Cr и дополнительно легированного Ni, Mn, Mo, V, W в суммарном количестве до 2 % при литье в песчаную форму имеют твердость 52–54 HRC, а при литье в металлическую форму – 57–62 HRC. Размер карбидов при литье в кокиль в 3–4 раза меньше (2–8 мкм), чем при литье в песчаную форму. Отливки имеют строго направленную перпендикулярно износу мелкую структуру на глубину 20–25 мм.

На опытно-промышленном участке ИТМ НАН Беларуси освоено изготовление деталей из хромистых чугунов методом литья в комбинированные и металлические формы.

Т. С. КОРОЛЁНОК, О. С. МАРМОЗОВА

Научный руководитель В. С. МОГИЛА, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА»
Гомель, Беларусь

В настоящее время в мире наблюдается возрастающий интерес к транспортным средствам с комбинированными силовыми установками. Одно из неоспоримых достоинств комбинированного (гибридного) привода – возможность накопления энергии, вырабатываемой двигателями внутреннего сгорания (ДВС). В зависимости от способа преобразования и аккумуляции энергии различают: механические гибридные установки (оборудованные массивным маховиком); гидравлические (с гидравлическими аккумуляторами); пневматические (с воздушными ресиверами); электрические (с электрическими аккумуляторами или конденсаторами).

Наиболее интенсивно идет развитие электрических гибридных силовых установок. Ряд производителей автомобильной техники уже сегодня серийно выпускают и успешно реализуют образцы «гибридов». Довольно перспективным считается производство гибридных автобусов для городских перевозок. Первый отечественный трактор ДЭТ-250 с электромеханической трансмиссией при эксплуатации показал высокую производительность и экономичность. Развитием модели является ДЭТ-400, имеющий улучшенные показатели. В настоящее время разработан белорусский трактор «Беларус-3023», характеризующийся снижением расхода топлива на 15–20 % по сравнению с механическими аналогами. Важным достоинством ДЭТ-400 и «Беларус-3023» является возможность использования трактора в качестве источника электрической энергии. Отдельное место занимают транспортные средства с гибридными силовыми установками, предназначенные для использования в вооруженных силах.

Подводя итог, следует отметить, что создание отечественного гибрида позволит упростить решение задач по оперативному восстановлению электрооборудования потребителей в случае аварии. В настоящее время для этих целей используются передвижные электроустановки. Создание транспортного средства с электромеханической трансмиссией обеспечит:

- снижение числа единиц при транспортировании энергетических установок и повысит их мобильность;
- использование передвижных энергоустановок в качестве транспортных;
- повышение оперативности ремонта и надежности систем энергоснабжения мобильных и удаленных потребителей.

ционально сигналу задания (изменяется от 0 до 10 В) и регулируется потенциометром.

Задающее воздействие – электромагнитный момент электродвигателя М1, изменение которого по синусоидальному закону обеспечивается кривошипно–шатунным механизмом.

Для исследования электромеханических характеристик систем с рас-пределёнными параметрами экспериментальный стенд снабжен комплектом измерительных устройств. Система измерения обеспечивает измерение и сохранение данных.

Для упрощения дальнейшей обработки полученной информации существует связь системы измерения с персональным компьютером и возможность сохранения полученных данных.

Для получения заданной точности измерения в цифровой системе сбора данных необходимо наличие в ней аналогово-цифровых преобразователей с количеством цифровых разрядов не менее 10.

Частота дискретизации в соответствии с дискретной теоремой Найквиста должна быть не менее чем в два раза больше частоты самого быстро изменяющегося сигнала.

Для получения информации о токе двигателя используется программно-аппаратный комплекс. Аппаратная часть представлена сенсорным модулем, который может использоваться для измерения высоковольтных аналоговых сигналов, а также для мониторинга процессов в силовых электрических цепях. Устройство имеет четыре гальванически развязанных аналоговых входа для измерения высоковольтного напряжения (диапазон входных напряжений от +600 до -600 В), а также один аналоговый вход для измерения низковольтных напряжений, снимаемых с шунта (диапазон входных напряжений на измерительном шунте от +150 до -150 мВ). Элементом, ведущим обработку информации в составе модуля, является микроконтроллер Fujitsu MB90F543. Для разработки управляющих программ используется среда программирования Softune Workbench for FR-microcontroller. Программирование контроллера осуществляется при помощи комплекта программ StrimShell - StrimServer ОДО «СТРИМ». Разработанная управляющая программа позволяет производить измерения по четырём каналам напряжения с частотой до 4 кГц. Данные преобразования формируются CAN-фреймом, которые в последствии передаются по CAN-шине. Далее они преобразуются CAN-USB конвертером и перенаправляются в персональный компьютер, где в последующем может производиться их дальнейшая обработка.

Программная часть комплекса основана на комплекте программ StrimServer и CANMonitor, позволяющих фиксировать и сохранять информацию в режиме реального времени.

УДК 621.74:517.977
ПОЛУЧЕНИЕ СВИНЦОВЫХ ЛЕНТ МЕТОДОМ БЕССЛИТКОВОЙ
ПРОКАТКИ

П. Ю. ДУВАЛОВ, В. М. ИЛЮШЕНКО, В. А. ПУМПУР
Научный руководитель Е. И. МАРУКОВИЧ, д-р техн. наук, проф., акад.
Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН Беларуси»
Могилев, Беларусь

Одна из характерных особенностей формирования отливки при литье в валковый кристаллизатор состоит в том, что в одном агрегате одновременно происходит затвердевание расплава и обжатие (прокатка) затвердевших корочек валками. Сначала происходит намораживание корочек на поверхностях кристаллизатора в результате теплового взаимодействия с расплавом. Затем, при обжатии происходит изменение структуры литого металла и формирование свойств готового изделия. С целью получения лент хорошего качества и стабильной толщины необходимо обеспечить одинаковые условия формирования отливки по ширине в течение всего технологического цикла.

В Институте разработан усовершенствованный способ непрерывного литья лент в валковый кристаллизатор, в котором для выравнивания условий формирования отливки по ширине валков часть перегретого расплава подается на поверхность ванны непосредственно к ребордам.

Температурное поле отливки и кристаллизатора определяли на основе математического моделирования [1]. Были приняты следующие допущения: теплофизические характеристики материала отливки постоянны; интервал кристаллизации отсутствует; учет теплоты перегрева осуществлялся путем введения эффективной теплоты кристаллизации; выделение тепла при прокатке в очаге деформации происходит равномерно во всем объеме и равно работе затрачиваемой на прокатку.

На основе математического моделирования были проведены экспериментально-теоретические исследования теплообмена при бесслитковой прокатке лент, а также определены оптимальные параметры литейной машины и режимов литья.

В результате выполнения комплексного исследования теплообмена при формировании непрерывной плоской отливки, разработана лабораторная установка непрерывного литья свинцовых лент толщиной от 1,6 до 6 мм способом бесслитковой прокатки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теоретические основы непрерывного литья свинцовых лент способом бесслитковой прокатки / Э. Ф. Барановский [и др.] // Литье и металлургия. – 2011. – № 1. – С. 20–24.

УДК 666.223.9

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ Al_2O_3 НА ВЯЗКОСТЬ СТЕКОЛ
ДЛЯ СВЕТООТРАЖАЮЩЕЙ ОБОЛОЧКИ

М. В. ДЯДЕНКО

Научный руководитель И. А. ЛЕВИЦКИЙ, д-р техн. наук, проф.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Стекла для светоотражающей оболочки жесткого многожильного оптического волокна получают на основе системы $K_2O-B_2O_3-SiO_2$ при содержании, мол. %: SiO_2 70–80 и B_2O_3 15–25. Стекла указанной системы склонны к ликвационному фазовому разделению, для предупреждения которого в состав стекол вводят добавки Al_2O_3 .

Введение Al_2O_3 вместо SiO_2 в количестве от 0,5 до 2,5 % несколько уменьшает вязкость стекол в интервале значений $10^{10}-10^{6,5}$ Па·с. С другой стороны, указанная замена повышает вязкость стекол в области значений $10^{6,5}-10^5$ Па·с, т. е. «длина» стекла несколько увеличивается. Понижение вязкости в интервале $10^{10}-10^{6,5}$ Па·с является неожиданным, поскольку при температурах синтеза введение возрастающего количества Al_2O_3 в исследуемые стекла вызывает увеличение их вязкости, результатом чего является повышение температуры варки.

Снижение низкотемпературной вязкости боросиликатных стекол с введением добавок Al_2O_3 может быть связано с процессами метастабильной ликвации, характерной для стекол системы $K_2O-B_2O_3-SiO_2$, в области температур стеклования. Введение Al_2O_3 в количестве 2–2,5 мол. % подавляет процессы фазового разделения [1]. Вязкость стекол в случае капельной ликвации определяется вязкостью матричной фазы. В частности, в стеклах, не содержащих оксида алюминия, матричная фаза имеет повышенное содержание оксида кремния. Подавления фазового разделения при введении оксида алюминия обуславливает снижение вязкости, а повышение температуры до 850 °С – ее увеличение. В данной системе температура ликвации является достаточно низкой и составляет 500–700 °С [1], поэтому при температурах свыше 800 °С ликвационные явления в исследуемых образцах не проявляются и влияние замены SiO_2 на Al_2O_3 является предсказуемой. В данном температурном интервале вязкость стекол определяется прочностью связей катион-кислород и закономерно повышается с ростом содержания Al_2O_3 .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Двухфазные стекла: структура, свойства, применение / О. В. Мазурин [и др.]. – Л. : Наука, 1991. – 276 с.

УДК 621.3

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ
С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

А. П. КОРНЕЕВ

Научный руководитель Г. С. ЛЕНЕВСКИЙ, канд. техн. наук, доц.

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

В настоящее время наблюдается постоянный рост требований к точности, быстродействию и, особое внимание, надёжности систем автоматизированного электропривода. Для удовлетворения этих требований необходимо обладать достоверной информацией о состоянии электрической и механической частей АЭП, что обуславливает необходимость рассмотрения механической части как системы с распределёнными параметрами, так как упругие деформации механических элементов в них влияют на работу электропривода.

Для исследования электромеханических характеристик систем с распределёнными параметрами, проверки адекватности их математического описания, отработки алгоритмов управления разработан экспериментальный стенд с линейной структурой, к которым можно отнести грузоподъемные установки, которые играют одну из решающих ролей в современной промышленности.

Движущим органом для грузов является подъемный электродвигатель; передаточным органом – редуктор (в редукторном исполнении электроприводов); ведущими органами – барабан, шкив трения, направляющие шкивы, подъемные канаты; исполнительным органом – подъемные сосуды.

Расположение установки может быть горизонтальным, наклонным или вертикальным. В качестве примера рассмотрено горизонтальное расположение установки. В качестве системы с распределёнными параметрами в стенде использована пружина с невысоким коэффициентом упругости, внутри которой натянута струна для отсутствия эффекта провисания. Для приведения установки в движение применяется двигатель постоянного тока ПБС-22 мощностью 950 Вт.

Частота вращения двигателя М1 регулируется при помощи изменения напряжения. Для этого, в стенде применяется тиристорный преобразователь ЭТ6, подключенный к сети переменного тока напряжением 380 В, частотой 50 Гц. В качестве первичного датчика, позволяющего определить мгновенное значение тока, протекающего через двигатель, используется шунт RS1, включенный в обмотку якоря двигателя. Напряжение пропор-

УДК 62-526

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ ПРИВОДОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕЙ

Н. А. КОНОНЫХИНА, Е. И. РЯБОВ

Научный руководитель О. В. ВЕСЕЛОВ, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А.Г. и Н.Г. Столетовых»
Владимир, Россия

Задача диагностики состоит из следующих компонентов: обнаружение, локализация и идентификация дефектов. Поэтому проблема диагностики сложных технических систем трудна для разрешения.

В настоящее время с каждым годом все более актуальным становится вопрос морального и физического старения основных фондов во всех отраслях промышленности – в том числе и тех, где задействованы ЭМУ. На сегодняшний день многие ЭМУ широкого масштаба давно отработали свои нормативные ресурсы. Однако эти объекты продолжают эксплуатироваться, поскольку их замена связана с большими финансовыми затратами. Насколько они безопасны и надежны в работе, зависит от точности определения их состояния – и этот вопрос помогает решить компьютерная диагностика.

Высокую производительность интеллектуальных информационных систем решения диагностических задач может обеспечить моделирование искусственных сетей. ИНС (neural network) представляет собой распределенный параллельный процессор, моделирующий способ обработки мозгом конкретной задачи. Знания о способе решения задачи накапливаются в процессе обучения и хранятся в синаптических весах связей между нейронами. В задачах диагностики в реальном времени необходимо создавать быстрые системы. Искусственные нейронные сети в режиме распознавания работают очень быстро, поэтому они могут служить теоретической и практической основой для разработки таких систем. Использование нейронных сетей обеспечивает такие полезные свойства систем, как нелинейность, адаптивность, отказоустойчивость и помехоустойчивость.

Наиболее удачным методом является использование для построения ИС и подготовки данных для ее обучения, имеющиеся пакеты прикладных программ, в частности MATLAB (NNTool).

Проведенные исследования показывают, что обученные ИНС способны решать задачу поиска неисправности в ЭМУ при изменении входных значений в тех пределах, которые заданы при обучении. В результате выявлен ряд зависимостей, отображающих связь числа нейронов в скрытом слое с ошибкой определения вида неисправности ЭМУ и временем обучения ИНС.

УДК 666.3:61

ПОЛУЧЕНИЕ БИОКЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ
МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Н. Н. ЖУК

Научный руководитель Е. М. ДЯТЛОВА, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Миллионы людей подвержены поражениям костных тканей в результате патологических заболеваний, таких как остеомиелит, остеосаркома, остеопороз или из-за травм. Современное состояние хирургии, например, в онкологии, позволяет спасти жизнь многим пациентам за счет применения новой техники, расширенных хирургических вмешательств, однако проблема состоит в поиске материала для имплантата. В идеальном случае материал должен быть биологически совместимым с тканью, то есть вызывать адекватный отклик – не быть токсичным, не вызывать отрицательных иммунных и других реакций со стороны организма, не отторгаться организмом как инородное тело и быть биологически активным. Гидроксиапатит кальция (ГАП) является основным минералом костной ткани и твердых тканей зуба, неорганическая часть костной ткани человека содержит до 97 % ГАП. Именно ГАП обуславливает прочность кости.

В ходе работы были исследованы два метода синтеза гидроксиапатита ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (ГАП)): путем химического осаждения из растворов и методом совместного мокрого помола. В качестве сырьевых компонентов использовали: нитрат кальция, гидрофосфат аммония, раствор гидроксида аммония, карбонат кальция. Были изготовлены образцы биокерамических материалов на основе ГАП. Изучены физико-химические свойства полученных образцов и установлена их зависимость от метода синтеза и температуры спекания. Также были изготовлены образцы композиционного материала на основе ГАП и пластмассы самотвердеющей «Протакрил-М». На основании анализа проведенных исследований и литературного поиска был выбран оптимальный способ синтеза ГАП (осаждение из растворов солей нитрата кальция и гидрофосфата аммония), а также условия его проведения (скорость сливания растворов, их pH, продолжительность выдержки под маточным раствором). Также был выбран оптимальный состав композиционного материала на основе синтезированного ГАП и «Протакрил-М». Механическая прочность при изгибе полученных образцов составила 20,48 МПа, достижение оптимальной формовочной вязкости – 30 мин, потеря массы в модельном растворе Рингера при 37 °С на 30-й день – 1,42 %.

Полученный материал для создания имплантатов можно рекомендовать для дальнейших клинических исследований.

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

В настоящее время фильтрующие материалы широко применяются для очистки сточных вод, питьевых и минеральных вод, препаратов крови, масел, топлива, воздуха и т.д. Основными требованиями, предъявляемыми к этим материалам, являются: высокая проницаемость для жидкостей и газов, механическая прочность и химическая стойкость. Среди фильтрующих материалов керамические фильтры обладают высокой коррозионной стойкостью, термо- и износостойкостью, долговечностью и могут работать в условиях низких и высоких температур без существенного изменения своих эксплуатационных характеристик.

Для изготовления керамических фильтров используют кварцевые пески, специально фракционированный шамот, природные минералы (дунит, волластонит, хромит и др.) или чистые кристаллические вещества (Al_2O_3 , ZrO_2 , TiO_2). В качестве связующего компонента применяют глины, бентонит, жидкое стекло, ПВА и другие материалы. Получают такие фильтры обжигом при высоких температурах 1300–1500 °С.

Предварительные исследования, проведенные на кафедре стекла и керамики показали, что весьма перспективно производство керамических фильтров на основе глауконитов. Глауконитсодержащее сырье Республики Беларусь обладает ценным комплексом свойств, позволяющим создавать на его основе при температурах обжига 1000–1100 °С пористо-проницаемые структуры, обладающие рядом уникальных характеристик: развитой фильтрующей поверхностью, газопроницаемостью, прочностью, химической стойкостью, заданной пористостью.

Глауконит – сложный калийсодержащий водный алюмосиликат, минерал из группы гидрослюд подкласса слоистых силикатов непостоянного и сложного состава. Глауконитовые породы представлены глауконит-кварцевыми песками, достаточно широко распространены на юге Беларуси и доступны к открытой разработке. Сложный состав местного глауконитсодержащего сырья, включающий в себя оксиды кремния (до 85 %), алюминия (до 4 %), железа (3–4 %), а также оксиды щелочных и щелочноземельных металлов (2–4 %) позволяет получать практически без подшихтовки спекшийся проницаемый материал уже при 1000–1100 °С, что обуславливает интерес к возможности использования данного сырья в производстве керамических фильтров.

А. Н. КОЛЫГИН
Научный руководитель О. В. ВЕСЕЛОВ, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А.Г. и Н.Г. Столетовых»
Владимир, Россия



Рис. Структура принятия решений

Чаще всего в решении задачи диагностирования мехатронных систем и модулей выполняется несколько этапов: измерения информации, её обработка, реализация выводов и принятие решений. Если в первые два этапа присутствуют в задачах диагностирования, то оставшиеся два, связанные с реализацией выводов и принятия решений выполняется не в полном объеме. Либо реализуется предварительный вывод, либо решение является самостоятельной задачей и требует привлечения специальных методов. Таким образом, процесс диагностирования является незавершённым.

В ряде случаев реализовать выводы и принять решения по одному алгоритму диагностирования не представляется возможным. Поэтому для принятия решения необходимо использовать различные методы диагностирования, а затем анализировать полученные данные опираясь на какой-либо критерий и используя специальные методы принять решение о работоспособном ис-

правном состоянии и отвечающим техническим характеристикам объекта.

При использовании методов диагностирования приведённых на рис., полученные данные мало отличаются друг от друга, и выбрать верный из них можно лишь опираясь на эталонное значение. Для выбора наилучшего метода необходимо сравнить полученные данные с эталонным значением и выбрать наиболее близкий к нему. Здесь возникает вопрос о значимости параметров, которые будут сравниваться с эталонным значением. Каждый из параметров имеет определённый вес, а веса могут находиться в противоречии при сохранении общей положительной тенденции. Для принятия решений можно применять различные методы, такие как нейронные сети, принципы нечёткой логики, сравнение критериев и т.п.

УДК 621.311.6
ЭЛЕКТРОПРИВОД НА БАЗЕ МНОГОФАЗНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ СРЕДСТВ ПОДВИЖНОСТИ

Е. В. КОЛЧИН

Научный руководитель А. Н. МАЛАШИН, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»

Минск, Беларусь

Электропривод за годы его развития стал одним из актуальных научных направлений, определяющим прогресс в областях современной техники и технологии, связанных с механической энергией, получаемой из электрической. Так создание гаммы устройств управляемого электромеханического преобразования энергии, с использованием микропроцессорного управления, позволит наиболее рационально проектировать образцы вооружения. Использование высокомоментного электропривода создаёт новые возможности для оптимального построения средств подвижности современных образцов вооружения с такими важнейшими свойствами как: надёжность, мобильность, живучесть, отсутствие теплового следа, экономичность.

В настоящее время по своим характеристикам наиболее подходящим исполнительным двигателем для электрической трансмиссии средств подвижности образцов вооружения, является многофазный бесконтактный двигатель с дробными зубцовыми обмотками. Данный двигатель благодаря особенностям гармонического состава МДС зубцовых обмоток, с наличием как нечётных так и чётных гармоник, а также наличием наряду с прямобегающей гармоникой МДС и обратобегающей соизмеримой амплитуды позволяет добиться необходимых моментов вращения с КПД на малых оборотах (20-80 об/мин) до 85 %.

На практике благодаря использованию полностью автоматической электрической трансмиссии обеспечивается: повышенная проходимость по грунтовым дорогам и бездорожью, при этом колеса имеют независимое микропроцессорное управление позволяющее задавать скорость и момент на каждое мотор-колесо в зависимости от углов поворота и сцепления с дорогой, возможность движения без ДВС за счёт ёмкости аккумуляторных батарей.

Таким образом, реализация электрической трансмиссии с применением передовых достижений в области управляемых электромеханических преобразователей позволит значительно поднять результирующий КПД средств подвижности образца вооружения во всем диапазоне изменения крутящего момента и скоростей вращения при одновременном увеличении экономичности режима работы приводного двигателя.

УДК 614.8
НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ТЕХНОЛОГИЯХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И
ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

А. И. ЗУБОРЕВ, Е. М. ДЕМЬЯНЧИК

Научный руководитель С. Н. БОБРЫШЕВА, канд. техн. наук, доц.

Государственное учреждение образования

«ГОМЕЛЬСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ»

Гомель, Беларусь

В наше время на территории Республики Беларусь существуют перспективные месторождения уникальных полезных ископаемых глин - тонкодисперсного высокопластичного материала, склонного к принудительному диспергированию под действием внешних нагрузок. Залежи такого типа глин находятся на юге и юго-востоке Беларуси, например, Острожанское месторождение. Использование их в качестве активной минеральной матрицы для получения функциональных материалов позволяет решить материаловедческие задачи разработки различных средств для предупреждения и ликвидации ЧС.

В настоящее время в Гомельском инженерном институте МЧС Республики Беларусь разрабатывается и проходит оптимизацию по рецептуре и технологии состав огнетушащего порошкового состава с использованием отечественных компонентов в частности модифицированных глин. Предварительные лабораторные и натурные испытания показали возможность достижения физико-химических и эксплуатационных параметров соответствующих нормативным требованиям, предъявляемых к огнетушащим порошковым составам.

Кроме того, данный вид глин может применяться в качестве адсорбирующих материалов для удаления пролитых нефти и нефтепродуктов. В ГИИ МЧС РБ уже получены первые результаты по использованию нефтесорбента на основе модифицированной глины. Исследования показали, что данный сорбент в течение 30 мин поглощает пятно бензина, агломерирует и легко удаляется с поверхности воды.

Используя метод механо-химического диспергирования, совмещенный с модифицированием, комбинируя функциональные модификаторы, можно получать на основе глин материалы для различных технологий предупреждения и ликвидации ЧС. Так, например, введение в полимерную матрицу модифицированной органическими соединениями добавок дисперсной глины способствует повышению их огнестойкости.

Исходя из вышеперечисленного, можно сделать вывод, что отечественные глины, представляют собой твердотельную матрицу, которую можно модифицировать и использовать в различных сферах предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

УДК 533.9
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ИОНОВ С ПОВЕРХНОСТЬЮ КРЕМНИЯ

*И. А. КОРНЕЕВА, О. В. ОБИДИНА

Научные руководители: И. В. ТЕРЕШКО, канд. физ.-мат. наук, доц.;

А. В. ХОМЧЕНКО, д-р физ.-мат. наук, доц.

*Учреждение образования

«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

им. А. А. Кулешова»

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Целью является моделирование воздействия низкотемпературной плазмы тлеющего разряда с поверхностью кремния. Моделирование взаимодействия ионов с кристаллическими телами осуществлялось с помощью программы SRIM 2006. Исследование проведено для случая взаимодействия ионов азота и водорода с поверхностью кремния. Вариация энергий падающих ионов осуществлялась в пределах 1–50 кэВ. Ионы падали как перпендикулярно поверхности мишени (направленный ионный пучок), так и хаотически под разными углами к поверхности мишени (плазменное воздействие).

Представлена зависимость проективного пробега указанных ионов в кремнии от энергии падающих ионов. Показано, что в случае направленного ионного пучка, глубина проникновения ионов значительно больше по сравнению с пробегами при плазменном воздействии.

Такая же особенность подтверждается при изучении распределения ионов по глубине проникновения в мишень.

В работе представлены электронные (неупругие) потери энергии, т.е. торможение частиц при возбуждении электронной подсистемы. В упругих столкновениях налетающая частица передает свою энергию атомам мишени, что вызывает образование смещенных из равновесных положений атомов, т.е. атомов отдачи. Упругие столкновения приводят к разупорядочению кристаллической решетки за счет смещения атомов из узлов решетки.

Показано, если на кристалл воздействует направленный пучок ионов азота с энергией, то колебания атомов кристалла обусловлены большей частью потерей энергии от атомов отдачи. При плазменном воздействии в процессе возбуждения колебаний атомов кристалла, большую роль играют падающие ионы, а потери энергии от атомов отдачи уменьшатся в несколько раз.

УДК 62-83
К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ПОЛОСНО-ЗАГРАЖДАЮЩИХ
ФИЛЬТРОВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ
С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

В. Т. ВИШНЕРЕВСКИЙ

Научный руководитель Г. С. ЛЕНЕВСКИЙ, канд. техн. наук, доц.

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

В связи с необходимостью создания эффективных систем управления электроприводами с распределенными параметрами механической части в настоящее время проводятся исследования, направленные на поиск возможности внедрения новых методов управления при синтезе данных систем.

В представленной работе в качестве электропривода с распределенными параметрами рассматривается электропривод шахтных грузоподъемных установок. В данном случае целесообразным является выделить в механической части данного электропривода линейный элемент с распределенными массой и упругостью при максимальной длине тросов более 1000 м. При таком условии, в рабочем диапазоне изменения частот управляющего воздействия на электропривод находится как правило несколько резонансных частот.

При пуске подобных установок возникает опасность обрыва тросов, поэтому при синтезе систем управления электроприводами таких установок принимаются меры по уменьшению динамических нагрузок на элементы механической части. Наиболее перспективным на данный момент является метод управления, суть которого заключается в том, чтобы исключить из диапазона частот входного воздействия те полосы частот, в которых лежат значения частот резонансов и антирезонансов системы. Для реализации указанного метода в системе управления электроприводом используются полосно-заграждающие фильтры, не пропускающие колебания некоторых определенных полос частот, и пропускающие колебания с частотами, выходящими за пределы данных полос. Полосы подавления характеризуются шириной и расположены приблизительно вокруг центральных частот.

Целью проводимого исследования является определение качества регулирования координат системы электропривода при использовании полосно-заграждающих фильтров, а также влияние на качество регулирования ширины полос подавления.

Ожидается, что внедрение указанного метода управления приведет к снижению колебательности систем и повышению быстродействия.

УДК 621.313: 629.114
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ ТРАНСМИССИЯ КАРЬЕРНОГО
САМОСВАЛА БЕЛАЗ НА БАЗЕ ИНДУКТОРНЫХ МАШИН

Е. А. БЫКОВ

Научный руководитель Г. К. ПТАХ, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ЮЖНО-РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(НОВОЧЕРКАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)
Новочеркасск, Россия

Основными типами трансмиссий, применяемых на карьерных автосамосвалах БелАЗ являются гидромеханическая (ГМТ) и электромеханическая (ЭМТ). Недостатками ГМТ являются: низкий ресурс до капремонта узлов трансмиссии и большие издержки за период эксплуатации по сравнению с ЭМТ. Современным направлением развития ЭМТ является замена тяговых генератора и двигателей постоянного тока на машины переменного тока. Ниже представлены результаты разработки ЭМТ на базе индукторных реактивных машин для самосвала БелАЗ грузоподъемностью 220 т, выполненные автором на кафедре «Теоретическая электротехника и электрооборудование ЮРГТУ (НПИ).

При разработке ЭМТ согласно технических требований необходимо было вписаться в заданные массогабаритные параметры для активных частей тягового генератора мощностью 1600 кВт (диаметр 1100 мм, длина 1000 мм, масса 3250 кг), двух мотор-колёс мощностью по 700 кВт (диаметр 1030 мм, длина 1440 мм, масса 4000 кг) и обеспечить реализацию заданных тяговой и тормозной характеристик электропривода. При проектировании тяговых индукторных генератора и двигателя принят вариант пятифазного исполнения $Z_1/Z_2 = 20/16$, что обеспечивает существенное снижение пульсаций момента по сравнению с трёхфазной машиной и более высокую живучесть системы электропитания и привода. Уникальной особенностью реактивных индукторных машин является практически полное отсутствие магнитной связи между фазами, что обеспечивает их автономную работу.

В целях уменьшения токовой нагрузки на полупроводниковые ключи, унификации комплектующих и обеспечения повышенной живучести ЭМТ выбран вариант применения двух управляемых выпрямителей с использованием IGBT-ключей для генератора и двухинверторной схемы для каждого мотор-колёса. При применении двухинверторной схемы автономное питание получают по две катушке в одной фазе. Таким образом, при выходе из строя одной катушки нужно отключить только полуфазу, т.е. две катушки, что составляет 10 %. Управлением же можно компенсировать эту потерю без снижения мощности машины, как генератора, так и двигателей.

УДК 666.21
ВЛИЯНИЕ ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ ОКСИДОВ НА СВОЙСТВА
ХРУСТАЛЬНЫХ СТЕКОЛ

А. П. КРАВЧУК, Д. А. ОМЕЛЬЯНОВИЧ, К. А. ЕФРЕМОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Одним из неотъемлемых компонентов хрустальных стекол является свинцовый сурик, который используется для введения оксида свинца, обеспечивающего высокие декоративно-эстетические характеристики получаемым хрустальным изделиям. В связи с увеличением стоимости и высокой токсичностью PbO актуально решение задачи снижения его содержания в хрустальных стеклах вплоть до полной замены на другие оксиды, при этом требуется получить хрустальные стекла, эквивалентные по технологическим и физико-химическим характеристикам свинцовому хрусталу, содержащему 24 мас. % PbO.

PbO обладает наибольшими парциальными коэффициентами показателя преломления и средней дисперсии. Поэтому для замены PbO было решено использовать оксиды с парциальными коэффициентами, близкими к PbO. К их числу относятся оксиды ZnO, BaO и CaO, которые вводятся в состав шихты для получения хрусталя более дешевыми сырьевыми материалами, чем свинцовый сурик.

Проектирование составов стекол проводилась на основании расчетного метода, предложенного Даувальтером, который дает возможность выбрать составы стекол, отвечающие предъявленным требованиям к хрустальным стеклам.

В результате синтезированы три серии стекол, в которых PbO заменяли на CaO, BaO и ZnO. Установлено, что по своим физико-химическим свойствам экспериментальные стекла характеризуются высокими показателями коэффициента преломления и средней дисперсии, ТКЛР и сравнительно низкой микротвердостью.

Согласно полученным данным, выявлено, что целесообразным представляется увеличение содержания BaO до 15 мас.% в составе хрустального стекла, поскольку он положительно влияет на его основные свойства.

По результатам проведенных исследований выбрано стекло оптимального состава – аналог свинцового хрусталя, предложенное для промышленного применения. Основные характеристики стекла оптимального состава: светопропускание – 91,7 %; показатель преломления – 1,5544; показатель средней дисперсии – 0,00949; микротвердость – 4110 МПа; плотность – 2740 кг/м³; химическая устойчивость – III гидролитический класс.

Е. В. КРЫШИЛОВИЧ

Научный руководитель С. Е. ОРЕХОВА, канд. хим. наук, доц.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Соединения ванадия используют в качестве катализаторов, предназначенных для контактного способа производства серной кислоты, а также в некоторых органических синтезах. Ежегодно в мире производят более 200 млн. тонн серной кислоты, на которые расходуется около 40 тыс. тонн катализаторов, содержащих 5–10 % чистого оксида ванадия (V).

Хранение отработанных катализаторов приводит к загрязнению окружающей среды. Основной вклад в загрязнение окружающей среды соединениями ванадия вносят предприятия металлургической, химической промышленности и энергетика. Отходы указанных производств являются вторичными источниками соединений ванадия, которого в природе около 0,02 %. Поэтому разработка способов переработки отходов производств является актуальной.

На основании проведенных исследований предложены два способа гидрометаллургической переработки ОВК типа сульфованадата на силикагеле:

1) ОВК → измельчение ОВК → двухэтапное выщелачивание → химическое окисление предгидролизных растворов → термогидролитическое выделение конечного продукта;

2) ОВК → катодное выщелачивание → электрохимическое окисление предгидролизных растворов с одновременным выделением V_2O_5 → термогидролитическое выделение конечного продукта.

Оптимизированы технологические параметры отдельных стадий предложенных способов переработки ОВК: 1) использование УЗ обработки первичных растворов ОВК в совокупности с регулированием рН (1,2–1,3) этих растворов позволяет увеличить скорость выделения ванадийсодержащих соединений в предгидролизные растворы в 40 раз и степень выделения V_2O_5 от 80 до 95–98 % при содержании V_2O_5 87–88 % в выделенном продукте; 2) использование электрохимического метода ($i = 1–5$ А/дм²) при комплексной переработке ОВК позволяет совместить стадии первичного и восстановительного выщелачивания, увеличить степень извлечения соединений ванадия до 95 %, исключить стадию предварительного измельчения ОВК, интенсифицировать в 9 раз процесс получения предгидролизных растворов и выделять ванадийсодержащие соединения (до 95 % V_2O_5) непосредственно в процессе электролиза ОВК.

Предложенные способы позволяют выделять 95–98 % ванадия, содержащегося в ОВК. Полученный продукт соответствует ТУ–14–5–92–90 на технический оксид ванадия (V).

Е. М. БОРЧИК

Научный руководитель А. И. ЯКИМОВ, канд. техн. наук, доц.

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Пусть в ходе имитационных экспериментов получена выборка $X = \{x_i | x_i \in R, i = 1, \dots, n\}$. Необходимо построить статистическую модель распределения выборочных данных (кривую), наилучшим образом описывающую данную выборку на исследуемом интервале $[a, b]$.

Поставленную задачу можно решить с использованием существующих известных законов распределений, рядов специального вида, семейств универсальных статистических моделей распределений. Каждый из подходов имеет свои особенности. Например, применение семейств универсальных статистических моделей распределений Пирсона и Нешитого позволяет удовлетворительно представить встречающиеся на практике распределения гибкой системой математических формул. При этом одни и те же эмпирические данные могут быть аппроксимированы разными функциями плотностей данных семейств.

С целью более точного построения статистических моделей распределения выборочных данных предлагается процедура их построения на основе функций плотностей нескольких семейств универсальных распределений, состоящая из следующих этапов.

Этап 1. Определение точечных оценок показателей асимметрии и эксцесса β_1, β_2 выборки X .

Этап 2. Построение моделей распределений Пирсона $f_p^*(x)$ и Нешитого $f_N^*(x)$, наилучшим образом описывающих выборку X на $[a, b]$.

Этап 3. Определение для X наиболее подходящей из моделей Этапа 2.

Классификация типов кривых Пирсона и Нешитого проводится в соответствии со значениями показателей асимметрии и эксцесса β_1, β_2 Пирсона. Для оценки параметров функций распределения применяется метод моментов Пирсона. Проверка соответствия построенных кривых выборке X выполняется с использованием комплекса статистических критериев: χ^2 Пирсона, λ Колмогорова-Смирнова, ω^2 Мизеса. Определение наиболее подходящей модели распределения производится по результатам работы $\chi^2, \lambda, \omega^2$ на множестве кривых, не отклоненных данными критериями.

УДК 004.8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ГОТОВОЙ ТКАНИ

Е. М. БОРЧИК, А. И. СТЕПАНОВ, А. В. ДОРОНЬКИН

Научный руководитель А. И. ЯКИМОВ, канд. техн. наук, доц.

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Одной из подзадач задачи рационального выбора ресурсов в производственном процессе крашения тканей набивным способом является задача расчета затрат ресурсов на производство ткани в разрезе себестоимости отдельных технологических режимов и технологических проводок.

Решение поставленной задачи затруднено тем, что сложно выразить зависимость между входными и выходными параметрами исследуемой системы в аналитическом виде. Это вынуждает использовать имитационные модели (ИМ) для описания подобных систем.

В результате изучения технологической документации ОАО «Моготекс» по производству определенных видов тканей построены концептуальные модели в нотации IDEF0. С учетом IDEF0 диаграмм в среде PowerSim построена ИМ расчета норм расхода времени, химикатов и энергозатрат на выпуск 1000 м.п. тканей для отдельных технологических процессов. При этом при расчете норм расхода ресурсов учитываются параметры окрашиваемой ткани, типы и концентрация красителей, особенности оборудования (марка, скорость работы и т. д.). С учетом цен на энергоносители, химикаты и рассчитанных норм расхода для рассматриваемых режимов производится расчет стоимости ресурсов, затраченных на выпуск 1000 м.п. тканей выбранного вида.

Задача определения оптимального сочетания технологических режимов для проводки по производству определенного вида ткани в разрезе стоимости ресурсов и временных затрат, необходимых для выпуска 1000 м.п. может быть решена с использованием потокового программирования, как задача определения кратчайшего пути или минимального расхода ресурсов. Проводки представляются в виде графов, вершинами которых являются технологические режимы; нагрузки на ребра графов интерпретируются как временные затраты, либо стоимости затрат ресурсов на выпуск 1000 м.п. ткани на соответствующем оборудовании.

Моделирование показало, что итоговая разница между наилучшим и наихудшим вариантами сочетаний режимов в исследованной технологической проводке для выбранного вида ткани составила 935 тыс. р.

УДК 621.762

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ОБРАБОТКИ ШИХТЫ
В МЕХАНОРЕАКТОРЕ НА МОРФОЛОГИЮ
ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ МЕДИ

И. А. ЛОЗИКОВ

Научный руководитель Ф. Г. ЛОВШЕНКО, д-р техн. наук, проф.

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

При обработке порошковых смесей в механореакторе параллельно протекают процессы разрушения частиц и сварки осколков, вызывающие формирование гранулированной композиции. Параллельно с разрушением частиц в результате адгезии протекает агломерация и грануляция. Адгезия частиц обусловлена Ван-дер-Ваальсовыми и электростатическими силами и получает развитие, прежде всего, при контакте свежих поверхностей. Ударное воздействие рабочих тел на агломерированные частицы композиции приводит к сварке, сопровождающейся взаимодиффузией и химическим взаимодействием между компонентами. В результате многократно повторяющихся разрушения и сварки формируется гранулированная композиция, в которой исходные компоненты или продукты их взаимодействия связаны и равномерно распределены между собой. Механохимические превращения, на которых основано реакционное механическое легирование, получают развитие только при определенных условиях обработки композиций в механореакторе. Основными факторами, влияющими на энергонапряженность процесса, являются: ускорение (a_n) рабочих тел (шаров), определяемое амплитудой (r) и частотой (ω) колебаний помольной камеры; степень заполнения помольной камеры рабочими телами (ϵ); отношение объемов рабочих тел и обрабатываемой шихты (k); температура (t) процесса; продолжительность (τ) обработки, а также размер рабочих тел и их плотность. Для определения допустимого интервала изменения данных факторов они варьировались в широких пределах: $a_n = 80-150 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$; $\epsilon=30-80 \%$; $k = 4-12$; $t = 30-150 \text{ }^\circ\text{C}$; $\tau = 2-16 \text{ ч}$.

Внешней стороной, отражающей сложные физико-химические процессы, протекающие при механическом легировании, является изменение морфологии и размера частиц обрабатываемой композиции. В работе использовался ситовый анализ, по результатам которого строились дифференциальные кривые распределения частиц по размерам. Функцией служила величина $F(d)$, определяемая из выражения $F(d) = \Delta m / (m \cdot \Delta d)$, где m –

общая масса анализируемого порошка; Δm – масса порошка на сите; Δd – разность размера ячеек сит, следующих друг за другом.

В качестве исходных компонентов для получения материалов применяли стандартный порошок меди ПМС-1 с размером частиц 63–45 мкм и порошки технически чистых металлов – хрома и циркония с размером частиц менее 45 мкм. Концентрация хрома и циркония в исследуемой композиции определялась возможностью получения 10 %-ой лигатуры, рекомендованной для выплавки наиболее широко применяемой хромоциркониевой бронзы БрХЦр, содержащей 0,5–0,7 % Cr и 0,05–0,07 % Zr.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

– особенностью формирования механически легированных медных композиций является их высокая склонность к грануляции;

– при обработке порошковых смесей в механореакторе параллельно протекают процессы разрушения частиц и сварки осколков, вызывающие формирование гранулированной композиции;

– кинетика формирования гранулированных композиций и размер частиц, а также их механические свойства зависят от энергонапряженности режима механического легирования;

– основными факторами, влияющими на энергонапряженность, являются амплитуда и частота колебаний помольной камеры, определяющие нормальное ускорение размалывающих тел, степень заполнения помольной камеры рабочими телами и отношение объемов рабочих тел и обрабатываемой шихты;

– оптимальный гранулометрический состав формируется при следующих условиях обработки: $a_n = 110\text{--}130 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$; $\varepsilon = 70\text{--}80 \%$; $k = 10\text{--}12$; $\tau_{\text{обр.}} = 6\text{--}8 \text{ час}$; $t_{\text{кам.}} < 60 \text{ }^\circ\text{C}$.

УДК 621.3
МЕТОДИКА СКВОЗНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ
УСТРОЙСТВ СРЕДСТВАМИ NATIONAL INSTRUMENTS

С. В. БОЛОТОВ, канд. техн. наук;
Ф. М. ТРУХАЧЁВ, канд. физ.-мат. наук; И. А. ЧЕРКАСОВА
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилёв, Беларусь

Полный цикл проектирования электронных устройств включает: разработку электрической схемы и расчёт её параметров, оптимизацию с помощью моделирования, создание прототипа изделия, тестирование.

Разработка схемы электрической принципиальной, выбор элементов устройства и определение его параметров производится по известным методикам на основании аналитических, графоаналитических расчётов.

Важным этапом является оптимизация схемы устройства с помощью компьютерного моделирования в среде NI Multisim. Большое количество и разнообразие Spice моделей аналоговых, цифровых или смешанных аналого-цифровых элементов, контрольно-измерительных приборов, таких как мультиметр, осциллограф, частотомер, анализатор спектра, характеристикограф, плоттер Боде, делает среду Multisim удобным инструментом визуализации и анализа.

Встроенный модуль Ultiboard среды Multisim позволяет разработать макетную плату решения или печатную плату устройства.

Тестирование законченного электронного устройства осуществляется с помощью технологии виртуальных приборов. Устройством отображения и обработки информации такого прибора является компьютер, а сигнал, подлежащий измерению, передаётся в компьютер через периферийный аналого-цифровой преобразователь – устройство сбора данных NI USB-6009. Виртуальные приборы, создаваемые в среде графического программирования NI LabVIEW, имеют большую гибкость, позволяя конструировать и перенастраивать их интерфейс, комбинировать их с другими приборами, одновременно проводить обработку результатов.

Комбинация программы схематического моделирования Multisim и виртуальных приборов LabVIEW позволяет обеспечить разработчиков ранее не достижимыми возможностями для наблюдения влияния входных параметров на выходные, позволяет эффективно тестировать и испытывать реальное схематическое решение и его имитационную модель, ускоряет поиск ошибки разработки или изготовления.

Методика сквозного проектирования электронных устройств используется в учебном процессе кафедры «Электротехника и электроника», что позволяет повысить эффективность преподавания электроники.

УДК 624.011
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ
ДРЕВЕСИНЫ СПЛОШНОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ НА ИЗГИБ

В. А. ЯЦУК

Научный руководитель Св. Ст. ГОМОН, канд. техн. наук, доц.
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»
Ровно, Украина

Для реализации цели были изготовлены 4 деревянные балки сплошного прямоугольного сечения таких размеров: высота $h = 16$ см, ширина $b = 10$ см, длина $l = 165$ см. Образцы изготовлены из сосны 1-го сорта. Для измерения деформаций древесины исследуемых образцов сжатию и растяжению, были использованы тензодатчики базой 50 мм в верхней, нижней, и боковых поверхностях.

Для проведения экспериментальных исследований была принята статическая схема – балка на двух опорах, пролётом 1,5 м, нагруженная двумя симметрично сконцентрированными силами, расстояние между которыми 550 мм для балок Б-1, Б-2 и 400 мм для балок Б-3, Б-4.

Балки испытывались в установке, нагрузка создавалась домкратом и фиксировалась динамометром. Нагрузка на балку осуществляется ступенями по 0,1...0,15 от ориентированного разрушающего усилия.

При этом были исследованы следующие параметры: прочность, деформирование древесины, положение нейтральной оси (рис.1).

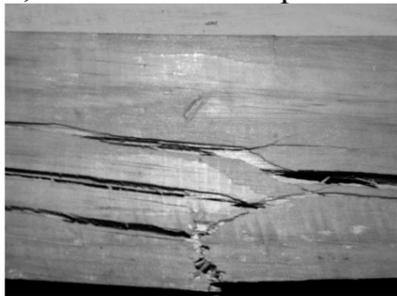


Рис. 1. Зона разрушения балки

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

- получены новые экспериментальные данные о работе изгибаемых элементов из древесины;
- установлено напряженно-деформированное состояние нормальных сечений элементов при действии кратковременной разовой нагрузки;
- на основании анализа построенных диаграмм деформирования разных шаров древесины, при испытании обнаружено, что при последовательном увеличении нагрузки на элемент от начала нагрузки и до разрушения напряженно-деформированное состояние балки меняется на протяжении четырех основных стадиях.

УДК 533.9; 535.3; 543.423.1
О ВЛИЯНИИ ИНТЕРВАЛА МЕЖДУ ИМПУЛЬСАМИ НА
ПРОЦЕССЫ ПРОБИВКИ ОТВЕРСТИЙ В ПЛАСТИНЕ А1
СДВОЕННЫМИ ЛАЗЕРНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ

ЛЭ ТХИ КИМ АНЬ, ЧИНЬ Н. Х.

Научный руководитель А. П. ЗАЖОГИН, д-р физ.-мат. наук, проф.
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Цель работы – исследование влияния временного интервала между сдвоенными лазерными импульсами на эффективность пробоя отверстий в твердом теле.

Для проведения исследований использовался лазерный многоканальный атомно-эмиссионный спектрометр LSS-1. Лазер обладает широкими возможностями как для регулировки энергии импульсов (от 10 до 80 мДж), так и временного интервала между импульсами (от 0 до 100 мкс).

Установлено, что в малых временных интервалах (1–4 мкс) средняя скорость пробивки примерно в полтора раза выше, чем при больших.

Выяснено, что при малых интервалах атомные линии в спектрах сильно искажены из-за реабсорбции излучения при прохождении его через оптически плотные слои приповерхностной лазерной плазмы. Результаты обработки спектров представлены на рис. 1.

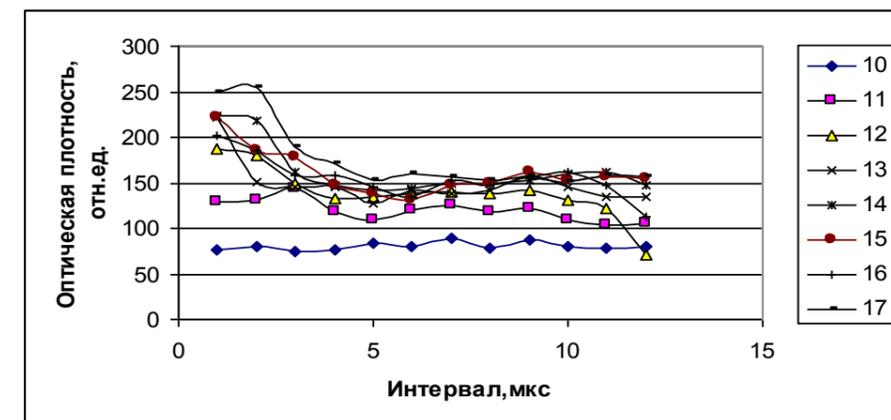


Рис. 1. Зависимость оптической плотности плазмы алюминия от интервала времени между сдвоенными импульсами и различных энергий накачки

На основании проведенных экспериментальных исследований можно заключить, что необходимыми условиями проявления как газодинамического, так и плазмообразующего механизмов, приводящих к росту скорости пробоя, являются, с одной стороны, ограничения бокового разлета ее стенками формируемого канала, и с другой стороны, увеличением вероятности низкорогового оптического пробоя воздуха, насыщенного микрочастицами металла, вторым импульсом, следующим с небольшой задержкой после первого.

УДК 544.654.2:546.74
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ НАНЕСЕНИЕ МЕДНЫХ ПОКРЫТИЙ НА
СТАЛЬНУЮ ОСНОВУ ИЗ ЦИТРАТНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА

Е. В. МИХЕДОВА
Научный руководитель И. М. ЖАРСКИЙ, канд. техн. наук, проф.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Проблемой осаждения медных покрытий на стальную основу является цементация поверхности химически осажденным слоем меди, который плохо контактирует с основным металлом, имеет хрупкую и пористую структуру. Поэтому покрытие медью черных металлов проводится из комплексных электролитов, где потенциал меди значительно смещен в электроотрицательную сторону.

Самым распространенным электролитом в Республике Беларусь является этилендиаминовый, который также представляет значительную экологическую опасность, и не всегда позволяет получить качественные покрытия на чугуноной основе.

В связи с этим, является актуальной разработка экологически безопасных комплексных электролитов для скоростного электрохимического нанесения меди на рабочую поверхность стальных и чугунных изделий, определение физико-химических свойств полученных медных покрытий.

В качестве объекта исследования был выбран цитратный электролит меднения следующего состава: CuSO_4 – 100 г/л, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 200 г/л, NaCl – 26 г/л, NaOH – 48 г/л, лимонная кислота до pH 7,5–8,5. Диапазон рабочих плотностей тока определяли с помощью угловой ячейки Хулла. В результате чего выяснили, что хорошие по качеству покрытия осаждаются при плотностях тока 1–3 А/дм².

Для медных покрытий обеспечивающих защиту от цементации участков стальных деталей важным показателем является пористость. Пористость полученных покрытий и их адгезию к основе определяли по ГОСТ 9.302—88. Было выяснено, что беспористые покрытия осаждались при плотностях тока 2–3 А/дм². Покрытия получались хорошо сцепленными с основой в диапазоне плотностей тока 1–3 А/дм².

УДК 621.926

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ МАТЕРИАЛА

Е. А. ШАРОЙКИНА
Научный руководитель Л. А. СИВАЧЕНКО, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Процессы измельчения имеют чрезвычайно важное значение в нашей жизни. На эти цели расходуется не менее 5 % всей потребляемой человечеством энергии при КПД оборудования менее 1 %.

В настоящее время почти на всех заводах по получению рудных строительных, энергетических и других материалов на стадии помола применяется шаровой способ измельчения. Несмотря на чрезвычайно высокую энергоемкость, капитальные затраты и металлоемкость, шаровые мельницы в обозримое время пока не имеют альтернатив их замены более современными технологическими аппаратами. Причина этого заключается, с одной стороны, чрезвычайной архаичностью организации процесса, что выражается в том, что только каждый тысячный удар мелющих тел совершает полезную работу по разрушению. С другой стороны, чрезвычайная простота этих машин сделала их незаменимыми в стадиях такого измельчения материалов любой крепости.

Альтернативным вариантом замены шарового способа измельчения является виброударная мельница с рессорными органами. Основой рабочих процессов такого оборудования составляют рабочие органы, которые представляют собой пакеты изогнутых пластинчатых элементов установленных в рабочей камере и связанных с приводом, обеспечивающим их взаимные колебания в направлении нормальном к их широким сторонам. В качестве привода можно использовать виброударные возбудители как одиночные, так и речные.

Расчеты показывают, что возможности таких рабочих органов позволяют на порядок увеличить удельную производительность с одновременным упрощением конструкции.

Главной проблемой при создании этих машин, является создание управляемых виброударных воздействий и обеспечение подачи материала в зоны разрешения между соприкасающимися пластинами.

Для масштабного измельчения материала, конструктивно может быть решена проблема путем выполнения помольной камеры в виде наклонно установленного лотка, с размещенными в нем перпендикулярно оси направления движения материала, секциями виброударных пластинчатых элементов. Это оборудование не имеет аналогов и его создание реализовано на основе выпускаемых промышленностью комплектующих: вибраторов, рессорных листов и т.д.

А. М. ХАТКЕВИЧ

Научный руководитель В. Д. ГРИНЕВ, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Новополоцк, Беларусь

Коэффициент армирования (1) представляет отношение объема поперечной арматуры V_s к объему армируемого элемента V :

$$\mu_{xy} = \frac{V_s}{V} = \frac{n_x \cdot l_x \cdot A_{sx} + n_y \cdot l_y \cdot A_{sy}}{A_{ef} \cdot s}, \quad (1)$$

где n_x (n_y), A_{sx} (A_{sy}), l_x (l_y) – число стержней, площадь поперечного сечения и длины стержней сетки во взаимно перпендикулярных направлениях; $A_{ef} = l_x \cdot l_y$ – площадь сечения бетона или кладки, заключенная внутри контура сетки; s – шаг сеток по высоте.

Количество ячеек сетки по горизонтали и вертикали равно $(n_x - 1)$, $(n_y - 1)$. Тогда будет справедливо равенство:

$$(n_x - 1) \cdot (n_y - 1) \cdot c_x \cdot c_y = l_x \cdot l_y, \quad (2)$$

где c_x, c_y – размеры ячеек сеток во взаимно перпендикулярных направлениях.

При применении арматуры одного диаметра $A_{sx} = A_{sy} = A_s$:

$$\mu_{xy} = \frac{A_s \cdot (n_x \cdot l_x + n_y \cdot l_y)}{(n_x - 1) \cdot (n_y - 1) \cdot c_x \cdot c_y \cdot s}. \quad (3)$$

Рассматривая частный случай: квадратную в плане колонну, армированную сетками с квадратными ячейками ($c_x = c_y = c$; $l_x = l_y = l$; $n_x = n_y = n$; $l = (n - 1) \cdot c$) зависимость (3) примет вид:

$$\mu_{xy} = \frac{2 \cdot n \cdot A_s}{(n - 1) \cdot c \cdot s} = \frac{2 \cdot n}{(n - 1) \cdot c} \cdot \frac{A_s}{s}. \quad (4)$$

Полученная формула (4) отличается от общепринятой зависимости для определения процента армирования при расчете армокаменной кладки:

$$\mu_{xy} = \frac{2 \cdot A_s}{c \cdot s} = \frac{2}{c} \cdot \frac{A_s}{s}. \quad (5)$$

Анализ (4) и (5) показывает, что традиционно используемая формула (5) дает заниженные значения процента объемного армирования на величину $\frac{n}{n-1}$. В связи с вышесказанным, расчет процента армирования для конструкций армокирпичных колонн целесообразно выполнять по общей зависимости (3) или, в частном случае, для квадратных в плане колонн – по (4).

Е. М. МОРОЗ

Научный руководитель И. М. ЖАРСКИЙ, канд. техн. наук, проф.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Использование углеродных наноматериалов (УНМ) способствует улучшению качественных показателей покрытий. Особое место среди наноструктурированных твердых тел занимают углеродные нанотрубки (УНТ), обладая рядом физических свойств, позволяют получить сверхпрочные композиционные электролитические покрытия (КЭП), с повышенными механическими характеристиками, электропроводностью и теплопроводностью. В связи с этим, в работе исследовалось влияние УНМ на свойства никелевых покрытий.

Осаждение КЭП осуществляли из электролита Уотса с блескообразующими добавками RADO 57M и RADO 11 в присутствии УНТ в количестве 0,25–0,5 г/л. Установлено, что наиболее седиментационно-устойчивые электролиты-суспензии получаются при введении диспергатора ДДСН. Электролиз проводили в гальваностатическом режиме в интервале плотностей тока 2–6 А/дм², температуре электролита 50±2 °С и интенсивном гидродинамическом режиме. На стальные подложки марки Ст3 наносилось КЭП толщиной 15 мкм.

Экспериментальные результаты показали, что максимальная микротвердость до 620 кгс/мм², минимальная пористость покрытий 1–3 шт/см² достигается с введением УНМ в электролит никелирования, механическом перемешивании. Добавление наноматериалов в электролит приводит к существенному уменьшению неравномерности распределения покрытия по поверхности.

Исследования коррозионной активности полученных покрытий проводилось в 3 % растворе NaCl при комнатной температуре путем построения коррозионных диаграмм Эванса и контроля изменения потенциалов погружения образцов. Коррозионный анализ указывает на то, что введение наноматериала способствует снижению скорости коррозии для КЭП по сравнению с никелевыми покрытиями без УНТ.

Исследования рассеивающей способности электролитов, определенной через распределение по току и по металлу, которые осуществляли в ячейке Хулла с разборным катодом, показали, что такие КЭП можно наносить на изделия сложной конфигурации.

УДК 546.41

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ УГЛЕРОДНО-ВОЛОКОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ФОСФАТАМИ КАЛЬЦИЯ

О. Н. МУССКАЯ, С. А. УЛАСЕВИЧ, В. К. КРУТЬКО

Научный руководитель А. И. КУЛАК, д-р хим. наук, проф.

Государственное научное учреждение

«ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ НАН Беларуси»

Минск, Беларусь

Перспективным методом получения новых материалов является модифицирование углеродно-волоконной матрицы наноразмерными составляющими. Углеродное волокно обеспечивает таким материалам эластичность, механическую прочность, развитую активную поверхность, а наноразмерные модифицирующие добавки придают особые свойства. В частности, биосовместимые наноразмерные фосфаты кальция, являясь источником кальция и фосфора, необходимы для роста костной ткани и, в связи с этим могут использоваться в качестве биоактивных компонентов при создании материалов медицинского назначения. Цель работы – электрохимическое модифицирование углеродно-волоконных материалов фосфатами кальция.

Электрохимическое осаждение фосфатов кальция проводили в водном растворе электролита 0,6–0,7 / 0,4 моль/л $\text{CaCl}_2 / \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ при напряжении 20–30 В, плотности тока 10–80 мА/см², величине рН 3,0–3,2, комнатной температуре в течение 5–20 мин. В качестве катода использовали углеволоконистый сорбент АУТ-М-1, а в качестве анода – нержавеющую сталь марки АСТМ–306.

Согласно данным оптической и электронной сканирующей микроскопии, при электрохимическом модифицировании углеродные волокна покрыты скоплениями частиц неправильной формы. Образование фосфатов кальция происходит не только на поверхности, но и в объеме углеволоконистого сорбента. По данным рентгенофазового анализа, осаждающиеся фосфаты кальция представляют собой смесь брушита, α-трикальцийфосфата и октакальцийфосфата. Содержание фосфатов кальция в таких материалах может составлять от 0,2 до 2,1 г/г в зависимости от плотности тока и времени осаждения.

Таким образом, методом электрохимического осаждения получены новые углеродно-волоконные материалы, модифицированные фосфатами кальция. Такие материалы перспективны для использования в челюстно-лицевой хирургии, нейрохирургии и т.д.

УДК 625.855.3

ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА АСФАЛЬТОБЕТОНОВ ДЛЯ УСТРОЙСТВА НИЖНИХ СЛОЕВ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

С. А. ТИМОФЕЕВ

Научный руководитель С. Е. КРАВЧЕНКО, канд. техн. наук, доц.

Республиканское дочернее унитарное предприятие

«БЕЛОРУССКИЙ ДОРОЖНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ» «БелдорНИИ»

Минск, Беларусь

На сегодняшний день для устройства нижних слоев покрытий автомобильных дорог применяются в основном пористые и высокопористые асфальтобетоны, обладающие наименьшим сопротивлением усталостному разрушению, то есть плохо работающие на растяжение при изгибе. Это является причиной зарождения в этих слоях первоначальных очагов разрушения, вызывающих преждевременное разрушение покрытий автомобильных дорог.

Одним из направлений повышения долговечности дорожных конструкций может быть улучшение физико-механических свойств пористых асфальтобетонов за счет снижения показателя остаточной пористости и оптимизации их состава, а также введение в состав пористых асфальтобетонов модифицирующих добавок. В качестве модифицирующих добавок предложено использовать резиновую крошку марки «Модус» белорусского производства, получаемую механическим измельчением изношенных автомобильных шин и других резиновых отходов и швейцарскую добавку «tecRoad» - многокомпонентную систему, состоящую из различных полимеров и специальных добавок в виде сыпучего композиционного материала.

Проведенные исследования показали, что снижение показателя остаточной пористости ведет к увеличению прочностных характеристик пористого асфальтобетона. Пористые асфальтобетоны с рационально подобранным зерновым составом и оптимальным содержанием битума имеют прочностные характеристики сопоставимые с плотными асфальтобетонами. Применение в составе пористого асфальтобетона резиновой крошки позволяет повысить трещиностойкость этих асфальтобетонов на 20 %, при соответствии прочностных характеристик требованиям, предъявляемым к плотным асфальтобетонам первой марки. Применение в составе пористого асфальтобетона добавки «tecRoad» позволяет повысить сдвигоустойчивость этих асфальтобетонов на 25-30 %, при соответствии прочностных характеристик требованиям, предъявляемым к плотным асфальтобетонам первой марки.

УДК 691.5:666.96
**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНОГО
 СЫРЬЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
 В ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛАХ**

М. А. СЛАВИНСКАЯ
 Научный руководитель Р. П. СЕМЕНЮК
 Государственное учреждение высшего профессионального образования
 «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 Могилев, Беларусь

С развитием технологий производства отделочных материалов все больше требований предъявляется к экологичности и упрощению технологии ее изготовления. Современные подходы в области производства шелковой декоративной штукатурки заключаются в создании оптимального состава сухой строительной смеси, позволяющей снизить затраты труда на производство отделочного материала, обеспечить более высокий уровень экологической обстановки по месту назначения.

Разработанный отделочный материал используется в гражданском и промышленном строительстве при внутренней отделке стен жилых и общественных зданий по оштукатуренным и бетонным поверхностям. Отличительная черта изготовленных составов – это применение в качестве заполнителя вторичных продуктов и отходов промышленности органического происхождения: растительные волокна, древесные опилки, бумага и др. Важным свойством является взаимозаменяемость в случае повреждения затвердевшей смеси. Состав смеси имеет стабильный состав, гарантирующий определенные технические характеристики, полученные точной дозировкой компонентов. Каждый из компонентов по-своему влияет на технологические свойства готовых смесей. Например, введение в состав смеси волокон разной длины позволяет повысить трещиностойкость состава и придать отделываемой поверхности повышенную декоративность, древесные опилки повышают водоудерживающую способность состава, а полимерная добавка регулирует пластические и адгезионные свойства.

Табл. 1. Технические характеристики состава

Показатели свойств	Значения показателей	
	Композиционный материал	Сухие смеси
Расход воды, л/кг	0,2–0,24	0,22–0,25
Насыпная плотность, кг/м ³	1000–1500	850–1050
Адгезия, МПа	1,0–1,2	1,0–1,3
Время использования, ч	3	2,5
Рекомендуемая толщина слоя, мм	3–5	2–3
Рабочая температура, °С	5–25	5–20
Время высыхания, ч	12–24	24–36
Токсичность	Отсутствует	Отсутствует
Средний расход в зависимости от фракции наполнителя и способа	0,8–2,5	0,55–0,85

УДК 669.24:546.814-31
**ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ НА АЛЮМИНИЙ,
 СТРУКТУРА И СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ Cu – SnO₂**

Д. И. НАСОНОВА
 Научный руководитель Т. Н. ВОРОБЬЁВА, д-р хим. наук, проф.
 «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 Минск, Беларусь

Работа посвящена разработке методики бесподслойного электрохимического осаждения покрытий Cu-SnO₂ на алюминий, изучению влияния состава электролита и условий осаждения на скорость роста, микроструктуру, коррозионную устойчивость и защитные свойства покрытий.

Процессы электроосаждения защитно-декоративных металлических покрытий на алюминий и его сплавы используются в машино-, автомобиле- и авиастроении, в производстве кабелей, фурнитуры. Новые разработки нужны в связи с требованиями материал- и энергосбережения, улучшения свойств покрытий на легко корродирующем в растворах алюминии.

Электроосаждение проводили непосредственно на подтравленную поверхность алюминиевой фольги из пиррофосфатного слабощелочного электролита, в который вводили специально синтезированный путём окисления и гидролиза SnCl₂, ультрадисперсный SnO₂ с размерами агрегатов частиц 60–200 нм, состоящих из кристаллитов размером менее 10 нм.

Выявлена высокая стабильность частиц в электролите. Найдено, что участие в растворе нанометровых частиц SnO₂, содержащих аморфную и кристаллическую фазы, осаждение композита Cu-SnO₂ при плотности тока ~ 1,0 А/дм², происходит со скоростью ~ 11 мкм/ч близкой к скорости осаждения меди. Выход по току составляет 91–93 %.

Результаты коррозионных испытаний в разных средах, рекомендованных ГОСТами (NaOH, H₂SO₄, NaCl), показали, что потеря массы медных и алюминиевых образцов с покрытиями Cu и Cu-SnO₂ в случае композиционных покрытий либо существенно меньше, либо и вовсе не происходит в результате формирования защитных плёнок. Данные свидетельствуют о повышенной коррозионной устойчивости и защитной способности композитов Cu-SnO₂. Показано, что эти свойства покрытий Cu-SnO₂ обусловлены их специфической плотной и мелкозернистой структурой: средние размеры зёрен в покрытиях составляют ~ 5 мкм (в присутствии SnO₂) против ~ 7 мкм (в отсутствие SnO₂). Выявлено, что изменение структуры при наличии SnO₂ в электролите не связано с включением в покрытия сколь-нибудь ощутимого количества частиц, поскольку по данным EDX и РФА анализов содержание SnO₂ составляет менее 1 %.

УДК 621.74.046
ПОЛУЧЕНИЕ БИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ОТЛИВКИ «ВЫСОКОПРОЧНЫЙ
ЧУГУН – ЭВТЕКТИЧЕСКИЙ СИЛУМИН С ВЫСОКОДИСПЕРСНОЙ
МИКРОСТРУКТУРОЙ»

В. В. НОВИКОВ, А.П. ГУТЕВ
Научный руководитель Е. И. МАРУКОВИЧ, д-р техн. наук, проф., акад.
Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН Беларуси»
Могилев, Беларусь

В ГНУ «Институт технологии металлов НАН Беларуси» разрабатываются способы получения силуминов с высокодисперсной микроструктурой [1]. С целью расширения области применения этого материала актуальным является исследование возможности получения биметаллической отливки «высокопрочный чугун – силумин с высокодисперсной микроструктурой».

Основным критерием качества биметаллической отливки является прочность соединения ее слоев. Из литературных источников известно, что диффузионный слой в отливках железо-алюминий толщиной до 20 мкм обеспечивает наилучшую прочность связи. Получить такой слой позволяет алитирование чугунных заготовок в алюминиево-кремниевых сплавах. Присадки кремния от 2,5 до 12 % сильно задерживают скорость роста диффузионного слоя, резко уменьшают и выравнивают его толщину.

Эксперимент проводили при литье в струйный кристаллизатор [1]. Соединяли жидкий сплав АК12 с твердым предварительно алитированным чугуном ВЧ35. В качестве сплава алитирования применяли эвтектический силумин АК12. Время алитирования составляло 10 мин. Получены отливки диаметром 75 мм и высотой 200 мм.

По шлифам полученных отливок исследовались толщина и характер диффузионного слоя, микроструктура рабочего слоя из силумина. Наблюдался плотный диффузионный слой средней толщиной 8 мкм. Микроструктура АК12 была представлена в виде равномерно распределенных кристаллов эвтектического кремния средней дисперсностью 2,5 мкм в α -фазе алюминия.

Таким образом, способ литья в струйный кристаллизатор позволяет получать качественные биметаллические заготовки ВЧ35-АК12 с высокодисперсной структурой диаметром 75 мм и высотой 200 мм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Марукович, Е. И. Модифицирование сплавов / Е. И. Марукович, В. Ю. Стеценко. – Минск : Беларус. навука, 2009. – 192 с.

УДК 624.072.21.7
ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ
КОМПОЗИЦИОННОГО БЛОКА ПРИ ПОМОЩИ КОМПЬЮТЕРНОЙ
ПРОГРАММЫ ANSYS

Е. А. СИГАЙ, В. В. ВРУБЛЕВСКАЯ
Научный руководитель А. А. ВАСИЛЬЕВ, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА»
Гомель, Беларусь

Для многоэтажных энергоэффективных зданий предложена конструкция стенового ограждения на основе применения композиционного стенового блока. Оригинальная конструкция блока требует современного подхода в исследовании его напряженно-деформированного состояния.

В докладе проведено исследование напряженно-деформированного состояния композиционного блока в линейной постановке при помощи программы ANSYS.

Блок представляет собой трехслойную конструкцию, в которой несущие слои выполнены из дисперсно-армированного бетона (стеклофибробетона), а теплоизолирующий слой – из пеностекла. Наружный и внутренний слои соединяются системой гибких связей, выполняемых из стекловолоконной сетки (регистрационный № 7498 в Государственном реестре полезных моделей). Размеры блока $b \times l \times h$: 280×360×220 мм, при этом толщина пластин – 15 мм.

Моделирование стенового блока с использованием компьютерной программы ANSYS начинается с создания геометрической модели объекта. В дальнейшем проводится анализ полученной модели в программном комплексе ANSYS. На рис. 1 представлена эпюра прогибов боковой стенки композиционного блока.

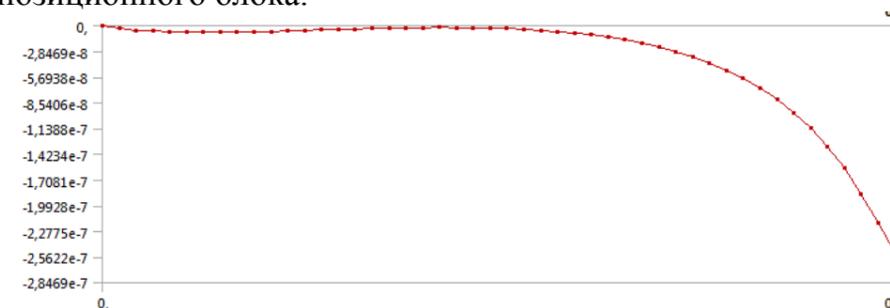


Рис. 1. Эпюра прогибов боковой стенки блока

Аналогично эпюре прогибов строится эпюра нормальных напряжений в боковой стенке.

Вид и характер эпюр соответствует напряженно-деформированному состоянию (НДС) освобожденной сверху сжатой стойки, имеющей жесткое защемление внизу.

УДК 691.5:666.9

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ОТХОДОВ ПЕНОПОЛИУРЕТАНА

Е. Я. СЕМЕНЮК, Е. А. ГАЛЮЖИН, А. Н. КОЗЛОВ

Научный руководитель Р. П. СЕМЕНЮК

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Проблема утилизации вторичного полимерного сырья была поставлена более 40 лет назад. Разрабатывались специальные программы по решению научно – технической проблемы, связанной с созданием и внедрением новых технологических процессов, обеспечивающих максимальное использование и обезвреживание промышленных и бытовых отходов.

Проблем, связанных с утилизацией вторичного полимерного сырья, достаточно много. Они имеют свою специфику, но их нельзя считать неразрешенными. Однако решение невозможно без организации сбора, сортировки и первичной обработки отработанных материалов и изделий; без разработки системы цен на вторичное сырье, стимулирующих предприятия к их переработке; без создания эффективных способов переработки вторичного полимерного сырья; без разработки номенклатуры выпускаемых изделий из этого сырья.

Исторически сложилось так, что основное количество полимерных отходов уничтожают путем захоронения в почву или сжиганием. Однако расходы на уничтожение пластмасс в 6...8 раз превышают расходы на обработку и уничтожение большинства промышленных отходов и в 3 раза – на уничтожение бытовых отходов, а это экономически невыгодно и технически сложно. Кроме того, захоронение, затопление и сжигание полимерных отходов ведет к загрязнению окружающей среды, к сокращению земельных угодий (организация свалок) и т.д. Исследовалась возможность применения отходов пенополиуретана как заполнителя в теплоизоляционном материале. Измельченный полимерный наполнитель фракцией 10...20 мм с насыпной плотностью 80...200 кг/м³ вводился в смесь в разных пропорциях. Отформованные образцы в виде кубиков 100*100*100 мм испытывались на сжатие. Также проводились исследования по определению удельной теплопроводности полученного материала. По результатам испытаний подобран оптимальный состав. Продукт может быть использован при малоэтажном строительстве коттеджей и домов, в качестве теплоизоляционного материала и межкомнатных перегородок.

УДК 681.7

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИРКОНИЕВОГО ПОКРЫТИЯ

С. Р. ОНЫСЬКО

Учреждение образования

«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Брест, Беларусь

В процессе работы пробивного пуансона, основная нагрузка приходится на его рабочую поверхность, а при многократных режимах происходит повышенное истирание и пластическая деформация его режущих кромок, а это приводит к их затуплению и износу. Для повышения эксплуатационных свойств штамповой оснастки применяют упрочняющие покрытия на основе карбидов и нитридов металлов. В последнее время перспективными являются покрытия на основе циркония, так как они обеспечивают лучшую износо- и коррозионностойкость по сравнению с базовыми титаносодержащими покрытиями.

Упрочняющие покрытия на основе карбонитрида циркония наносились на цилиндрические и прямоугольные пуансоны, изготовленные из стали X12M. Покрытия осаждались из веществ, получаемых в результате взаимодействия плазменного потока циркония с азотом и ацетиленом. Общая толщина получившегося композиционного покрытия составила 2,0–2,5 мкм. Микротвердость полученных покрытий измерялась на приборе МПТ-3, при помощи алмазного наконечника Кнупа методом восстановленного отпечатка. Для исследования фазового состава образовавшихся покрытий использовался рентгеновский дифрактомер ДРОН-3 и рентгеновский электронный спектрометр ЭС-2402. Трибологические свойства определялись на трибометре работающим по схеме «палец–диск», морфология поверхности исследовалась в статическом и динамическом режимах сканирования методом атомной силовой микроскопии.

Выполненный анализ структуры полученных покрытий системы (Zr-C-N) позволяет заключить, что они являются композиционными, состоящими в основном из фаз нитрида ZrN и карбида циркония ZrC, а также в небольшом количестве из оксидов циркония и алмазоподобного аморфного углерода. Наличие в составе карбидных и нитридных фаз, высокая дисперсность зеренной структуры обеспечивает высокую твердость покрытий. Предварительные испытания штамповой оснастки с нанесенным упрочняющим покрытием в производственных условиях показали, что в технологическом процессе пробивки отверстий в крепежных деталях срок службы пуансонов был увеличен более чем в два раза.

УДК 666.1
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВАРКИ СТЕКОЛ НА ОСНОВЕ
ОТХОДОВ СТЕКОЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ю. Г. ПАВЛЮКЕВИЧ, Ю. О. ГУСАК
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

В последние годы значительно возросла роль стекла в области строительства и архитектуры.

При варке стекол, наряду с традиционно применяемыми сырьевыми материалами, такими как песок, кальцинированная сода и известняк, все большее значение в качестве сырьевого материала приобретают отходы стекольного производства (стекольный бой). Причины этого заключаются в следующем:

- повышение экологичности производства (с уменьшением потребления сырьевых материалов снижается уровень загрязнения атмосферы);
- экономия дорогостоящих сырьевых материалов и энергоресурсов при варке;
- увеличение срока службы печей.

В зарубежной практике при варке стекол количество используемых отходов доходит до 90 %, в то время, как на отечественных предприятиях их содержание в составе шихты составляет в среднем 15–20 %. Это связано с проблемами осветления стекломассы, навариваемой из шихты, содержащей большое количество отходов стекольного производства.

Традиционно в качестве осветлителей при варке стекол применяются KNO_3 , $NaNO_3$, Na_2SO_4 , As_2O_3 , Sb_2O_3 и др. KNO_3 , $NaNO_3$, As_2O_3 , Sb_2O_3 – это дорогостоящие и дефицитные материалы, значительно повышающие стоимость стеклоизделий. Использование Na_2SO_4 малоэффективно.

В работе проведены исследования, позволяющие судить о возможности использования железного сурика в качестве осветлителя стекломассы при варке стекол.

Экспериментальные данные и подтверждающие их термодинамические расчеты показывают, что реакции, протекающие в шихте, содержащей до 0,03 мас.% железного сурика, способствуют осветлению стекломассы в процессе варки при температурах 1200–1500 °С.

Применение Fe_2O_3 позволит повысить долю вводимого стеклобоя в шихте и исключить использование дорогостоящих компонентов.

УДК 624.159.14
СПЕЦИФИКА ДЕФОРМИРОВАНИЯ ГРУНТОВ
ПОДТОПЛЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Е. Я. СЕМЕНЮК
Научный руководитель С. Д. СЕМЕНЮК, д-р техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Подтопление – подъем уровня грунтовых вод, вызванных повышением горизонтов воды в реках при сооружении водохранилищ, затоплением русел рек, потерями воды из водопроводной и канализационной сети и пр. При подтоплении заболачивается и засоляется почва, ухудшается санитарное состояние местности, разрушаются здания, дороги.

Подъем уровня подземных вод в пределах городской застройки колеблется от 0,5 до 2,5 м/год, для предприятий химической и машиностроительной промышленности – до 1 м/год, а для металлургических предприятий 2–3 м/год. Поскольку эти воды пропитаны производственными или бытовыми стоками, часто химически активными, их воздействие на грунты и подземные конструкции более интенсивно, чем воздействие природной воды.

Как правило, возведение АЭС приводит к нарушению природного гидрохимического баланса, обусловленного утечками техногенных вод, изменением поверхностного стока, подтоплением территорий. К примеру, массив основания Крымской АЭС сложен эолово-делювиальными четвертичными глинистыми отложениями; в районе промплощадки мощность этих отложений составляет 25–30 м, глубина залегания грунтовых вод в естественных условиях – 10–11 м. В связи с проведением строительных работ уровень грунтовых вод поднялся до глубины 3–4 м, при этом минерализация грунтовых вод снизилась в среднем с 15 до 7,5 г/л, а модуль деформации грунта уменьшился на 16 %.

Инженерная защита от подтопления городов и населенных пунктов осуществляется в направлении разработки и реализации различных схем инженерной защиты городов. Защита от подтопления локальных участков застроенных территорий, осуществляется когда негативные последствия подтопления создают аварийную ситуацию. Проектируемые в составе схем и проектов защитные сооружения, как правило, направлены на дренирование уровня подземных вод, что усугубляет диффузию частиц грунта и, как следствие этого, происходит уменьшение его несущей способности и модуля деформации.

Е. Е. ПОЛЯНОВСКАЯ

Научный руководитель Е. М. БАБИЧ, д-р техн. наук, проф.
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»
Ровно, Украина

Значение базовой длины анкеровки $l_{b,rqd}$ в соответствии с нормами проектирования ДСТУ Б В.2.6-156:2010 и БНБ 5.03.01-02 определяется в зависимости от напряжений в арматуре σ_{sd} и предельного напряжения сцепления по контакту арматуры с бетоном f_{bd} . Значение f_{bd} определяется по эмпирической формуле в зависимости от расчетного сопротивления бетона растяжению f_{ctd} , которые приводятся для каждого класса бетона в названных нормативных документах. Известно, что прочность бетона на растяжение имеет большое рассеивание, и поэтому она также определяется по эмпирической формуле в зависимости от прочности бетона на сжатие. Таким образом, определение значений $l_{b,rqd}$ происходит путем использования последовательно эмпирической формулы, что ставит под сомнение достаточную их достоверность.

Предлагается на основании экспериментальных исследований с арматурой серповидного профиля для определения f_{bd} использовать усовершенствованную формулу Холмянского М.М., которая имеет вид:

$$f_{bd} = \beta \frac{\ln(1 + \alpha \cdot \delta)}{1 + \alpha \cdot \delta}, \quad (1)$$

где δ – перемещение ненагруженного торца стержня относительно торца бетонной призмы (принимается $\delta = 0,1$ мм); α и β – коэффициенты, которые определяются по формулам:

$$\alpha = 0,78 \lambda f_{cm,prism}^{1,5}; \quad \beta = 5,71 \lambda f_{cm,prism}, \quad (2)$$

где λ – отношение глубины профилирования стержня к его шагу; $f_{cm,prism}$ – призмочная прочность бетона (МПа).

Формула (1) дает возможность определить предельное напряжение сцепления для всех классов бетона и диаметров арматуры, после чего найти базовую длину анкеровки арматуры в бетоне по формуле

$$l_{b,rqd} = \frac{d \sigma_{sd}}{4 f_{bd}}, \quad (3)$$

где d – диаметр арматуры.

В. Н. ПАСОВЕЦ

Государственное учреждение образования
«ГОМЕЛЬСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ»
Гомель, Беларусь

Борьба с потерями на трение и изнашивание подвижных сочленений машин и механизмов является одной из приоритетных задач современного машиностроения. В связи с этим разработке составов износостойких материалов и технологий получения покрытий на их основе уделяется постоянное и пристальное внимание исследователей и технологов. Такое внимание к износостойким материалам неслучайно. В нашей стране, Российской Федерации, США, Великобритании, Германии и Японии на ремонт машин и механизмов ежегодно расходуются колоссальные средства, из которых 85 % – на замену деталей узлов трения.

На сегодняшний день разработана и запатентована технология получения износостойких покрытий на основе порошковых систем металл – наноструктуры углерода, позволяющая формировать покрытия с микротвердостью 1450...1550 HV, прочностью при растяжении 125...133 МПа, прочностью соединения покрытия с металлической основой 330...338 МПа и увеличенным сроком службы в узлах трения на 25–50 % по сравнению с используемыми в промышленности антифрикционными материалами [1]. Разработано оборудование необходимое для выполнения технологического процесса получения износостойких покрытий методом электроконтактного припекания [2, 3]. Подготовлена нормативно-техническая документация на производство стальной полосы с износостойким покрытием, которая является полуфабрикатом для производства самосмазывающихся подшипников скольжения для узлов трения пожарной аварийно-спасательной техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 13083 Респ. Беларусь, МПК⁷ В 22 F 7/02, С 23 24/08 / В. А. Ковтун, В. Н. Пасовец; заявл.25.08.2008; опубл. 30.04.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 2. – С.149–150.
2. Пат. 6138 Респ. Беларусь, МПК⁷ В 02 С 17/16 / В. А. Ковтун, В. Н. Пасовец; заявл.08.09.09; опубл. 30.04.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 2. – С.196.
3. Пат. 5844 Респ. Беларусь, МПК⁷ G 01F 11/00, В 65 D 88/00; заявл.22.05.09; опубл. 30.12.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 6. – С. 212

М. П. ПАТАПОВИЧ

Научный руководитель А. П. ЗАЖОГИН, д-р физ.-мат. наук, проф.
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

С момента появления мощных импульсных лазеров они оказались в центре внимания исследователей как источник излучения, при взаимодействии которого с поверхностью вещества возможно локальное испарение и одновременный анализ состава образовавшихся паров.

Многие вопросы, возникающие при создании оптимальных условий для проведения исследований, могут быть эффективно решены при использовании лазерного многоканального атомно-эмиссионного спектрометра LSS-1.

При использовании режима сдвоенных лазерных импульсов наблюдаются определенные различия в испарении Ca и Na. В качестве примера на рис. 1 приведены зависимости интенсивности линий натрия и алюминия (как стандарта) от числа импульсов при различной энергии импульсов излучения (42 мДж на рис. 1, а и 52 мДж на рис. 1, б) при содержании Na $2 \cdot 10^{-4}$ % в алюминиевом сплаве.

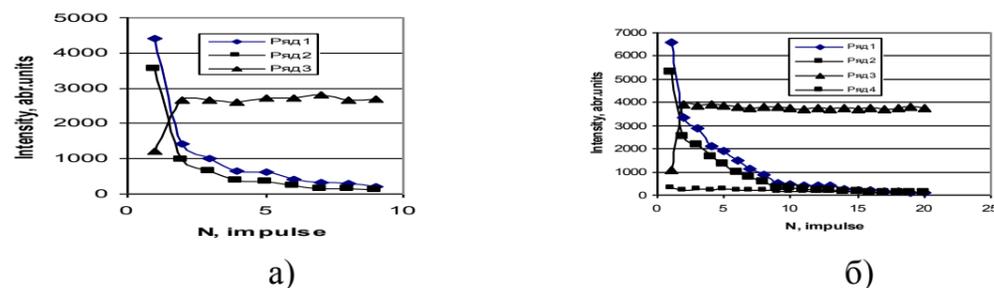


Рис. 1. Зависимость интенсивности линий натрия Na I ($\lambda = 588,95$ – ряд 1), Na I ($\lambda = 589,59$ нм – ряд 2), Al III ($\lambda = 569,65$ нм – ряд 3) от номера импульса для временного интервала между импульсами 130-136 мкс и Na I ($\lambda = 588,95$ нм – ряд 4) интервал 130-130 мкс при энергиях импульсов 42 мДж (а) и 52 мДж (б)

Исследование процессов эрозии и модификации поверхности натрия содержащих алюминиевых сплавов показало, что обеднение поверхности натрием при воздействии сдвоенных лазерных импульсов весьма существенно.

Таким образом, выполненные спектроскопические исследования показали перспективность использования сдвоенных лазерных импульсов для модификации поверхности материалов, а также для определения содержания удаляемых элементов с хорошей чувствительностью.

А.И. ПОЗНЯК

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

Современные тенденции снижения материалоемкости при производстве плиток для внутренней облицовки стен за счет уменьшения их толщины при сохранении высоких физико-химических свойств изделий обеспечивают снижение затрат в процессе изготовления и являются актуальной проблемой керамической промышленности.

В работе приведены результаты исследований по получению крупно-размерных керамических облицовочных плиток сниженной толщины на основе природного минерального сырья: глины огнеупорной и легкоплавкой, гранитоидных отсеков, доломита и песка кварцевого. Для увеличения механической прочности в состав керамической массы вводился базальт Ровенского месторождения в количестве 5–20 мас. %, которым частично заменялись гранитоидные отсеки.

Приготовление шликера производилось совместным мокрым помолом всех компонентов в шаровой мельнице марки SPEEDY-1 (Италия). Для получения пресс-порошка шликер подвергался термическому обезвоживанию при температуре (180 ± 10) °С. Прессование плиток осуществлялось двухступенчатым методом на лабораторном прессе при удельном давлении прессования (30 ± 2) МПа с влажностью пресс-порошка 5–6 %. Отпрессованные плитки поступали на сушку при температуре (150 ± 10) °С и затем обжигались с выдержкой при максимальной температуре (1080 ± 10) °С в течение 20 мин.

В результате исследований получены керамические плитки сниженной на 20 % материалоемкости со следующими физико-химическими свойствами: усадка 0,9–1,1 %, водопоглощение 10,5–12,0 %, прочность при изгибе в обожженном состоянии 27,0–34,0 МПа.

Кристаллическая фаза керамических плиток после обжига представлена анортитом, авгитом, кварцем и гематитом. Такой фазовый состав обеспечивает упрочнение черепка за счет цепочечной структуры авгита и длиннопризматических кристаллов анортита.

Таким образом, введение базальта в состав керамической массы в количестве 5–15 мас. % обеспечивает улучшение процесса спекания керамики, способствует повышению прочностных характеристик и снижению материалоемкости плиток.

А. Н. ПАХОЛЬЧУК, П. Ю. АНТОНЮК, А. В. ЛОЗОВИЦКИЙ
 Научный руководитель Г. Х. МАСЮК, канд. техн. наук, проф.
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И
 ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»
 Ровно, Украина

В лаборатории кафедры «Инженерные конструкции» были проведены комплексные лабораторные экспериментальные исследования сопротивления при длительных малоцикловых нагружениях различной интенсивности. Исследования проводились на призматических образцах из тяжелого бетона, размерами $100 \times 100 \times 700$ мм, которые имели на концах анкерно-шарнирные устройства для испытания их на сжатие и растяжение в пружинных установках при длительных нагружениях. Образцы серий ПРСЦ и ПРСЦ загружались в возрасте $\tau = 7$ суток тремя уровнями длительных напряжений сжатия $\delta_{b,l} = (6; 12; 18)$ МПа, и растяжения $\delta_{bt,l} = (0,45; 0,9; 1,35)$ МПа, $\eta_{\tau}^b = \eta_{\tau}^{bt} = 0,23; 0,46; 0,69$. При этом начальный уровень напряжений $\eta_{\tau}^b = \eta_{\tau}^{bt}$ был принят одинаковым как при сжатии, так и при растяжении. Первичным нагружением (на первом полцикле) в серии ПРСЦ – сжатие, а в серии ПРСЦ – растяжение. Период цикла – 6 суток. Общая продолжительность циклических нагружений $t - \tau = 60$ суток (10 циклов).

На основании анализа экспериментальных данных можно сделать выводы, что длительные малоцикловые знакопеременные нагружения существенно влияют на прочность и деформативность бетона (рис. 1).

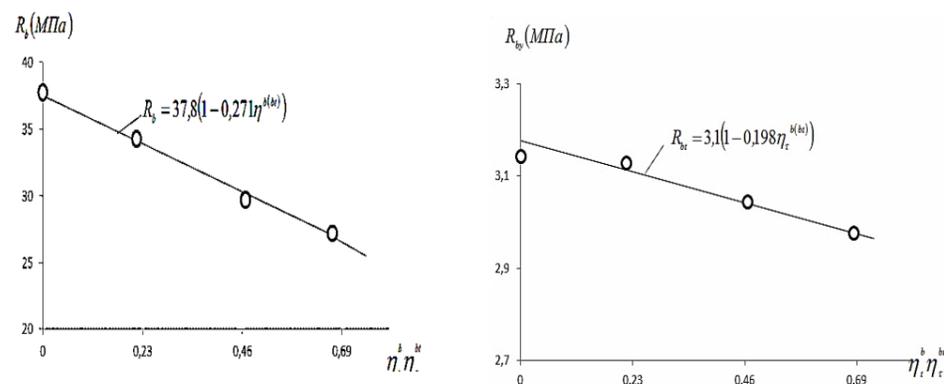


Рис. 1. Изменение прочности бетона на сжатие и растяжение после длительной малоцикловой знакопеременной нагрузки: ● – усреднённые значения прочности по нескольким образцам

Экспериментально установлено, что суммарные деформации бетона при длительном малоцикловом нагружении на сжатие увеличиваются в 1,5...2,2 раза по сравнению с однозначным длительным нагружением, в зависимости от уровней нагружения, а на растяжение – соответственно, в 1,2...2,0 раза. Прочность указанных видов нагружений снижается соответственно на сжатие на 6...13 %, а на растяжение на 3...8 %.

М. П. ПАТАПОВИЧ
 Научный руководитель А. П. ЗАЖОГИН, д-р физ.-мат. наук, проф.
 «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 Минск, Беларусь

Использование схем и методов двухимпульсного лазерного воздействия при различных углах падения на мишень и плазму дает возможность проводить высокочувствительный спектральный анализ, контроль концентрации возбужденных и заряженных частиц и управление составом плазмы, направляемой на подложку.

Для проведения исследований использовался лазерный многоканальный атомно-эмиссионный спектрометр LSS-1.

Динамика напыления на поверхность стекла наночастиц Zn исследована при воздействии серии одиночных и сдвоенных лазерных импульсов на мишень из цинка, установленную под углом 30 градусов к падающему излучению и подложке на расстоянии 2,5 мм. Энергия каждого импульса излучения ≈ 55 мДж, а временной интервал между импульсами – 10 мкс.

Изображения поверхности стекла с нанесенными покрытиями, увеличенные с помощью микроинтерферометра Линника МИИ-4 в 150 раз, приведены на рис. 1.

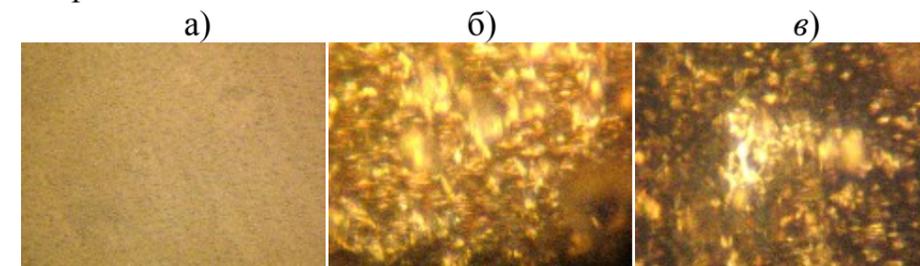


Рис. 1. Изображение поверхности стекла после напыления цинка 600-ми лазерными импульсами на: а – одиночными и б - сдвоенными на полированную, в – сдвоенными на матированную поверхность

На примере синтеза тонкопленочных металлических покрытий показано, что использование высокоинтенсивных сдвоенных лазерных импульсов позволяет проводить лазерное напыление тонких пленок на стекло непосредственно в воздухе, снижая до приемлемого уровня негативное воздействие окружающей атмосферы на процессы осаждения.

УДК 539.3

УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИИ
МНОГОСЛОЙНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

М. Ю. ПОДОБЕД, П. А. ДРОЗДОВ

Научный руководитель Д. С. КАРПОВИЧ, канд. техн. наук

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Разрушению конструкции всегда предшествует деформация. Знание величины и характера деформации всей конструкции или отдельных её элементов дает представление о нормальных или аварийных условиях эксплуатации отдельных узлов и конструкции в целом. Современная технология увеличения стойкости инструмента основана на нанесении упрочняющих покрытий, в том числе и многослойных. Величина деформации многослойных элементов зависит от многих параметров: количества слоев, их размеров, свойств, величины вылета, связи между ними и т.д.

Для измерения величины деформации многослойных элементов разработан проект установки для измерения деформаций (рис.1).

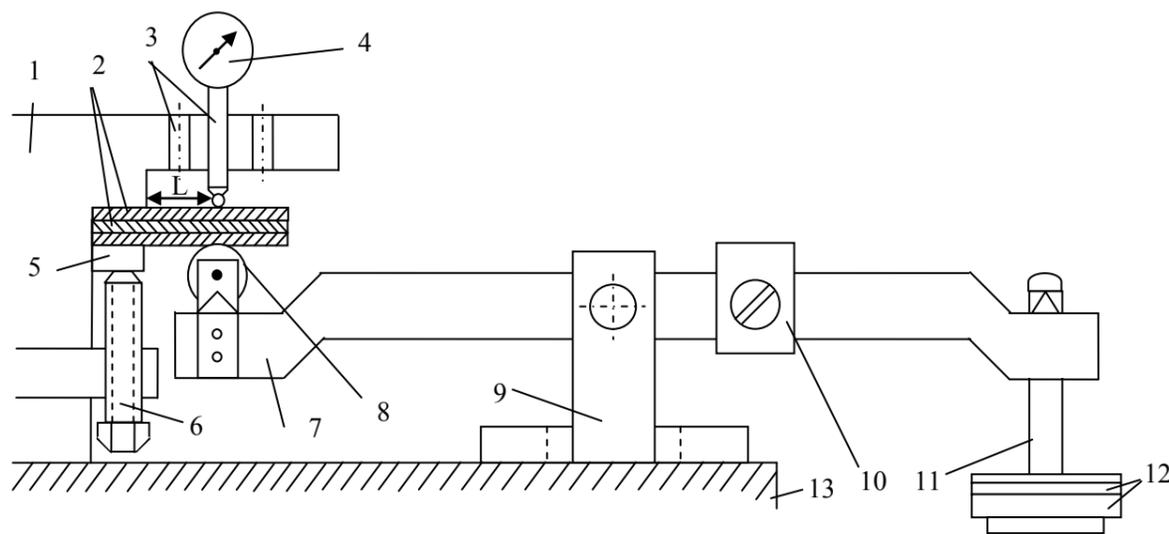


Рис. 1. Схема приспособления для измерения деформации: 1 – корпус для фиксации многослойных элементов; 2 – многослойные элементы; 3 – отверстия для крепления стойки индикатора; 4 – индикатор часового типа с ценой деления 10^{-3} мм; 5 – подкладка; 6 – зажимной болт; 7 – рычаг для передачи нагрузки через опорный ролик 8; 9 – опора рычага; 10 – балансовый груз; 11 – подвеска для грузов; 12 – съемные грузы; 13 – плита с Т-образным пазом

В результате проведения измерений деформации были получены зависимости между количеством и толщиной отдельных элементов многослойной конструкции и величиной прогиба (деформацией) в зависимости от прилагаемого внешнего усилия.

УДК 624.012

ОТНОСИТЕЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ОБЪЁМА И ГРАНИЦЫ
ОБРАЗОВАНИЯ ПРОДОЛЬНЫХ МИКРОТРЕЩИН ОТРЫВА В БЕТОНЕ
ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ СЖАТИИ ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО
РАСТЯЖЕНИЯ РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

А. Н. ПАХОЛЬЧУК

Научный руководитель Г. Х. МАСЮК, канд. техн. наук, проф.
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»

Ровно, Украина

Сопротивление бетона знакопеременной нагрузке, в частности, кратковременному сжатию после длительного растяжения к настоящему времени изучено недостаточно.

По этой теме были проведены исследования на образцах – бетонных призмах размерами 100 x 100 x 700 мм с шаровыми шарнирами по торцам, позволяющими производить знакопеременные нагружения. Бетон тяжелый, естественного твердения состава по весу Ц:П:Щ=1:1,66:2,91 при В/Ц=0,5.

Бетонные призмы в возрасте от $\tau = 9$ суток до $\tau = 69$ суток подвергались длительному растяжению постоянной нагрузкой интенсивности $\eta_{bt}^{\tau_i} = 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8$, после чего они были разгружены и испытаны на кратковременное сжатие до разрушения с измерением продольных и поперечных деформаций по граням.

Длительное растяжение бетона вызвало снижение R_{crc}^0 и верхней R_{crc}^V границ продольного микротрещинообразования по О.Я. Бергу и тем больше, чем выше уровень длительного растяжения $\eta_{bt}^{\tau_i}$.

Статистики линейных корреляционных зависимостей $R_{crc}^0 = 29,586 (1 - 0,6406 \eta_{bt}^{\tau_i})$: коэффициент корреляции – $r = 0,99; 0,996; 0,985; 0,976; 0,957$; достоверность $r/m = 111; 276; 76; 47; 20 > 4$.

Среднее арифметическое $M = 1,0002; 1,000; 1,0003; 1,0002; 1,0002$; $v_x, \% = 1,39; 1,57; 1,86; 1,3; 1,31$ %.

УДК 624.26.057.59(045)

НЕСЪЕМНАЯ ОПАЛУБКА ДЛЯ УСТРОЙСТВА ПРОЛЕТНЫХ
СТРОЕНИЙ МОСТОВ

А. Л. ОСАДОВСКИЙ

Научный руководитель Ю. М. БОГОМОЛОВ, д-р техн. наук, проф.
Республиканское дочернее унитарное предприятие
«БЕЛОРУССКИЙ ДОРОЖНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ «БЕЛДОРНИИ»
Минск, Беларусь

Технология устройства монолитных конструкций в несъемной опалубке является ресурсосберегающей, так как позволяет минимизировать затраты дорогостоящих пиломатериалов (фанера, брус).

Необходимо отметить, что разработанные составы бетона для несъемных опалубочных элементов, позволяют исключить из технологического процесса тепло-влажностную обработку бетона изделий.

Несъемные опалубочные элементы – изготавливаются в формах-поддонах, изготовление может производиться как в заводских условиях, так и в условиях строительной площадки. Применение несъемных опалубок позволяет гарантировать обеспечение требуемой толщины защитного слоя бетона и качество бетонных смесей, применяемых для изготовления элементов, что не всегда соблюдается при возведении монолитных конструкций с применением инвентарной опалубки.

За счет того, что несъемные опалубочные элементы представляют собой тонкостенные железобетонные изделия, для их изготовления могут применяться бетонные смеси, приготовленные с использованием высокоэффективных химических добавок (модификаторов), что незначительно повлияет на конечную стоимость изделий, но позволит обеспечить высокую морозо- и коррозионную стойкость бетона наружных (фасадных) поверхностей конструкций, тем самым ограничив воздействие агрессивных факторов на бетон конструкции в целом.

Несъемные опалубки могут изготавливаться различных форм и размеров, что позволяет использовать их для возведения конструкций сложной конфигурации.

Технология изготовления несъемных опалубок является адаптивной и не требует переоснащения технологических линий. На стадии определения рационального вида технологии целесообразно использовать апробированное оборудование, а также учитывать накопленный опыт производства и рассматривать возможности оптимизации и использования имеющихся технологических линий.

УДК 666.65:549.632

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Р. Ю. ПОПОВ

Научный руководитель И. М. ТЕРЕЩЕНКО, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Силикаты и алюмосиликаты составляют основу большинства промышленных термостойких керамических материалов. Наиболее перспективным в данной области применения является кордиерит – магниевый алюмосиликат со стехиометрической формулой $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$, характеризующийся низким коэффициентом термического расширения. Кордиеритовую керамику преимущественно изготавливают на основе талька, технического глинозема, каолинов и высококачественных огнеупорных глин в соотношении, обеспечивающем после обжига максимальное содержание кордиерита. Однако получаемый по традиционной технологии материал обладает рядом недостатков: узкий интервал спекания, недостаточная плотность и механическая прочность. Интенсивное образование кордиерита из смеси талька, глины и глинозема начинается при $1350\text{ }^\circ\text{C}$, а при $1410\text{ }^\circ\text{C}$ наступает плавление кордиерита.

Целью работы является разработка составов масс для производства кордиеритсодержащей керамики, обладающей высоким уровнем технико-эксплуатационных характеристик, с применением отечественных сырьевых материалов. Для достижения поставленной цели изучены возможности интенсификации процессов фазообразования и спекания керамического материала, что в итоге позволило получить прочные изделия с высокой термостойкостью. В качестве исходных компонентов использовались глины месторождения «Гайдуковка» (РБ) и Керамик-Веско (Украина); магнийсодержащий компонент вводился тальком Олотским (РФ) и доломитом «Руба» (РБ); глиноземсодержащий – техническим глиноземом, гиббситом. Массы для пластического формования готовились совместным мокрым помолом, после чего шликер обезвоживался. Пластическая масса вылеживалась, затем из нее изготавливались образцы, которые обжигались в интервале температур $900\text{--}1250\text{ }^\circ\text{C}$ с выдержкой при максимальной температуре 1 ч.

Исследования фазового состава опытных образцов свидетельствует о том, что фазовый состав материала представлен преимущественно кордиеритом (не менее 70 %), в качестве побочных фаз присутствуют кварц, муллит, корунд, энстатит и шпинель. Водопоглощение образцов составляет 13–15 %, температурный коэффициент линейного расширения образцов – $1,99 \cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$, прочность при изгибе – 30–40 МПа (при температуре обжига $1250\text{ }^\circ\text{C}$).

УДК 669:620.197 + 621.793.184
ИОННО-ЛУЧЕВОЕ ФОРМИРОВАНИЕ КОРРОЗИОННО-СТОЙКИХ
ПОКРЫТИЙ НА АЛЮМИНИИ И АЛЮМИНИЕВОМ СПЛАВЕ

Т. С. СТЕЛЬМАХ, В. Г. МАТЫС, В. В. ПОПЛАВСКИЙ
Научный руководитель В. В. ПОПЛАВСКИЙ, канд. физ.-мат. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Целью данной работы является формирование коррозионно-стойких покрытий методом ионно-ассистируемого осаждения (IBAD) металлов на подложки на основе алюминия и исследование их коррозионных свойств.

Преимуществом предложенного метода вакуумного осаждения металлов по сравнению с гальваническим осаждением, традиционно используемым для формирования коррозионно-стойких покрытий, являются: экологичность и технологичность процесса, а также высокая адгезия покрытия к подложке и низкий расход осаждаемых металлов.

Отличительной особенностью применяемого метода ионно-ассистируемого осаждения является использование в качестве ассистирующих ионов осаждаемого металла. Осаждение металла и перемешивание осаждаемого слоя с атомами поверхности подложки ускоренными ионами того же металла осуществляются в экспериментальной установке соответственно из нейтральной фракции пара и плазмы вакуумного дугового разряда импульсного электродугового ионного источника.

Формирование покрытий осуществлено путем ионно-ассистируемого осаждения ряда металлов (Cd, Ni, Mo, Pb, Zn, Zr) на подложки из алюминия А99 и алюминиевого сплава марки 64 ДТ 04.

Исследование коррозионной стойкости формируемых покрытий проведено методом вольтамперометрических измерений с использованием стандартной трехэлектродной ячейки, потенциостата ПИ-50-1 и программатора ПР-8 в кислой среде 1М водного раствора HCl.

Установлено, что влияние модифицирования поверхности путем ионно-ассистируемого осаждения металлов на коррозионную устойчивость алюминия и исследованного алюминиевого сплава в кислой хлоридной среде 1М HCl связано с подавлением или активацией катодной реакции выделения водорода. Причем обнаруживается не только эффект химической природы металла, как катализатора реакции электрохимического выделения водорода, но и эффекты физического воздействия ионно-лучевой обработки на микроструктуру поверхности, приводящей, как правило, к подавлению реакции выделения водорода и, соответственно, к повышению коррозионной устойчивости.

УДК 624.01
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН ПРИ ПОМОЩИ СТАЛЬНОЙ ОБОЙМЫ

И. И. МЕЛЬЯНЦОВА
Научный руководитель С. Д. СЕМЕНЮК, д-р техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Одним из наиболее эффективных способов усиления железобетонных колонн является устройство металлических обойм. При сжатых сроках проведения работ по усилению рекомендуются металлические обоймы из уголков, устанавливаемых по граням колонн и соединительных планок между ними.

Для проведения испытаний из бетона класса С12/15 формовались образцы колонн с размерами 150×150×600 мм, армированные симметрично 4-мя продольными арматурными стержнями диаметром 12 мм класса S 400. В качестве поперечной принята арматура класса S500 диаметром 5 мм с шагом 140 мм.

Стальная обойма проектировалась разборной из отдельных ветвей, состоящих из уголков 50×50×5 мм и планок 130×50×5мм. Для определения прочности бетона на сжатие испытывались образцы в форме куба с размерами ребра 150 мм, на осевое сжатие и растяжение – призмы квадратного сечения размерами 100×100×400 мм. Предварительное напряжение соединительных планок осуществлялось термическим способом.

Перед началом испытаний призмы центрировались. Нагружение призм до их разрушения производилось с постоянной скоростью роста напряжений (0,6±0,2 МПа/с) ступенями. При испытании призм измерялись продольные деформации индикаторами часового типа с ценой деления 0,001мм на базе 200 мм, установленными вдоль оси по четырем граням.

Теоретическую несущую способность колонн определяли по прочностным и деформативным характеристикам усиленных элементов, при этом использовались методы расчета на основе предельного равновесия и деформационной модели, а результаты сравнивались с данными эксперимента.

По результатам исследований можно констатировать, что усиление сжатых конструкций стальной обоймой с предварительно напряженными планками является эффективным, а предварительное напряжение обеспечивает совместную работу усиливаемого элемента и обоймы, при этом увеличивается несущая способность всей конструкции в целом.

УДК 625.7
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
НА ОБРАЗОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

И. С. МЕЛЬНИКОВА
Научный руководитель И. И. ЛЕОНОВИЧ, д-р техн. наук, проф.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Дорожные асфальтобетонные покрытия из теплых и горячих смесей в значительной степени подвержены не только транспортным нагрузкам. Большое влияние на их работу оказывают погодные-климатические условия территории дислокации автомобильной дороги: температура окружающего воздуха, солнечная радиация, скорость и направление ветра, осадки и др.

Асфальтобетон проявляет свойства вязко-пластичного материала при высоких положительных температурах, поверхность покрытия нагревается до 50–60° С, что приводит к размягчению слоя, образованию волн, наплывов, колеи. Также он обладает свойствами упругого материала при отрицательных температурах, что вызывает, с охлаждением покрытия и его расширением-сжатием, развитие трещин температурного характера и проявление отраженных трещин основания. С учетом этого, при разработке мер борьбы с дефектами дорожных покрытий важна оценка реальных условий их работы по результатам многолетних наблюдений.

В зависимости от климатических факторов и условий движения существуют пределы, в которых покрытие работает с меньшей вероятностью появления повреждений. Такая функциональная классификация асфальтобетона разработана в США в конце 80-х годов XX в.: с помощью измерений температуры воздуха на метеорологических станциях и последующих расчетов определены критические температуры покрытия для территории страны.

Подобный анализ проведен для условий Республики Беларусь по данным ГУ «Республиканский гидрометеорологический центр». По результатам измерений температуры воздуха в течение суток с 1989 по 2010 гг. для каждого года установлены максимальная средняя семидневная и минимальная температуры воздуха. Статистическими методами определены вероятности, с которыми в один год не будут превышены экстремумы температуры. Далее рассчитаны максимальная и минимальная температуры дорожного покрытия согласно классической методике «Суперпэйв».

На основании расчета установлены температурные пределы «работы» асфальтобетонного покрытия для областных центров республики по экстремальному критерию температуры (ЭКТ). Наши покрытия работают в пределах от 52 ° С до –34° С обеспеченностью 98 % для дорог I-ой, I I-ой и I I I-ей категорий, в пределах от 46° С до –34° С обеспеченностью 50 % для дорог ниже III-ей категории; территория республики разделена на три ЭКТ-зоны.

УДК 536.46
СТРУКТУРА И ФАЗОВЫЙ СОСТАВ СИСТЕМЫ КАМЕННЫЙ УГОЛЬ-
КРЕМНИЙ МОДИФИЦИРОВАННОЙ МЕХАНОАКТИВАЦИЕЙ

А. С. СТРОГОВА, Н. С. СТРОГОВА
Научный руководитель А. А. КОВАЛЕВСКИЙ, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ»
Минск, Беларусь

Представлены результаты исследований структуры и фазового состава каменных углей с добавками микро - и наноразмерных порошков кремния, модифицированных механоактивацией. Исследования методами РЭМ, РСА и РСМА выявили образование модифицированного кремнием угля, формирование обогащенных кремнием углеродных дендритов, карбида кремния и аморфного псевдоэвтектического слоя (характерный поперечный размер выделенной обогащенной кремнием фазы ~ 3 мкм). Структурно – фазовые превращения обсуждаются с учетом особенностей распределения температуры, диффузионного и конвективного массопереноса в модифицированном слое топлива. Установлено, что механическое воздействие шаров на порошки каменного угля и кремния в результате механоактивации при ускорении 400 м/с² в течение 60–200 с приводит к образованию модифицированного кремнием угольного топлива, при этом в приповерхностном слое порошков образуются области карбида кремния, псевдоэвтектические области и дендриты углерода. Установлено, что в результате воздействия механоактивации порошков происходит диффузия атомов кремния в уголь, образование слоя низкотемпературной псевдоэвтектики у границы частички угля – частички кремния и их «холодное» сплавление. Массоперенос в твердом растворе уголь – кремний осуществляется, преимущественно за счет диффузии кремния в уголь из псевдоэвтектического слоя и термокапиллярной конвекции в слое угля.

Образование полинанокристаллической и аморфной фазы связано, главным образом, с преобладающими механизмами тепло- и массопереноса в «холодном» механическом сплаве. В области у границы раздела частичка кремния – частичка угля массоперенос обусловлен медленными диффузионными процессами, поскольку концентрация элементов в этой области близка к псевдоэвтектической, то, согласно диаграмме состояния, при кристаллизации происходит одновременное выделение карбида кремния.

Полученные результаты демонстрируют перспективность использования механической активации с целью создания высококалорийного топлива на основе модифицированных углей порошками кремния, которые могут быть основой эффективных твердых и эмульсионных топлив.

Е. Е. ТРУСОВА
Научный руководитель Н. М. БОБКОВА, д-р техн. наук
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

В качестве одного из вариантов фотокаталитических материалов в технологии очистки водных сред от органических загрязнений предложены композиционные материалы, полученные золь-гель методом из золь-прекурсоров, содержащих соединения церия и титана. Растворы-прекурсоры, содержащие Ce(III) и Ti(IV), смешивались в разных соотношениях, выпаривались и термообработывались на воздухе при температуре 500 °С до получения порошкообразных композиций. Исследование фотокаталитической активности золь-гель композиций производилось помещением их в водный раствор красителя метиленового фиолетового (1 мг/л). Краситель служит моделью органических загрязнений в воде и удобен для оптического контроля эффективности процесса деградации при фотокаталитическом окислении. Облучение осуществлялось полным спектром УФ-лампы ДРТ-375 (основная линия $\lambda = 365$ нм) на расстоянии около 10 см.

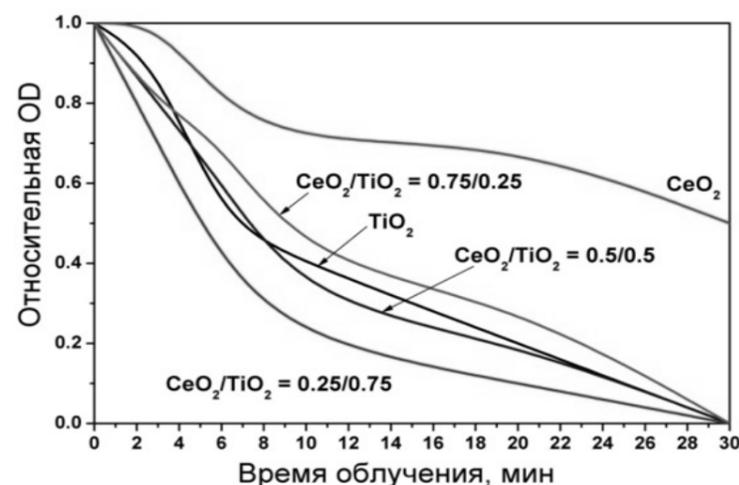


Рис.1. Изменение оптической плотности раствора красителя метиленового фиолетового при облучении суспензий, содержащих композиты CeO₂-TiO₂

О. Г. МАСЛОВА
Научный руководитель А. А. ВАСИЛЬЕВ, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
Гомель, Беларусь

В результате обследования НИЛ «Строительные конструкции, основания и фундаменты» им. д-ра техн. наук, проф. И.А. Кудрявцева УО «БелГУТ» многочисленных железобетонных элементов, эксплуатировавшихся длительные сроки, при оценке состояния бетона и стальной арматуры были выявлены различные степени их коррозионных повреждений.

Для оценки состояния арматуры, выявляемой после вскрытия защитного слоя бетона, предложена соответствующая балльная система. Коррозионное состояние бетона определяется степенью его карбонизации. По мере накопления карбонатов изменяется состояние защитных свойств бетона по отношению к арматуре, определяемых показателем щелочности поровой жидкости.

Результаты исследования бетона защитного слоя сотен железобетонных элементов, эксплуатировавшихся длительные сроки в различных атмосферных условиях, позволили предложить балльную систему оценки степени коррозии бетона (состояния бетона и его защитных свойств по отношению к стальной арматуре) по степени карбонизации бетона и показателю pH в зоне расположения арматуры.

С учетом деления бетонов на «низко- и высокопрочные» предложена также балльная система оценки степени коррозии бетона по карбонатной составляющей для различных, наиболее часто применяемых, классов бетона по прочности.

Результаты обследования различных типов конструкций с использованием методов pH- и карбометрии и оценкой состояния арматуры позволили назначить количественные критерии качественной оценки технического состояния железобетонных элементов по физико-химическим показателям цементно-песчаной фракции бетона pH и КС и степени коррозии арматуры. Предлагаемые критерии оценки технического состояния железобетонных элементов значительно расширяют возможности обследования зданий и сооружений с целью более объективной оценки их технического состояния при разработке рекомендаций по дальнейшей безопасной эксплуатации конструкций. Их использование при оценке защитных свойств бетона по отношению к арматуре является дополнительным методом оценки технического состояния железобетонных элементов, эксплуатирующихся в различных атмосферных средах.

УДК 556.5

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СУТОЧНОГО
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСАДКОВ ЗА МНОГОЛЕТНИЙ ПЕРИОД

А. А. ЛЕОНОВИЧ

Научные руководители В. Т. ПАРАХНЕВИЧ, канд. техн. наук, доц.

А. М. СЕРГЕЕВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Практика эксплуатации водоотводных сооружений свидетельствует о появлении для них катастрофических поверхностных стоков, вызванных осадками большой интенсивности. Целью данного исследования являлось определение влияния суточных осадков на характер работы водопропускных сооружений.

Изучение многолетнего режима выпадения осадков основывается на применении методов математической статистики и теории вероятности, ввиду их случайного характера. При наличии наблюдений за продолжительный период времени можно с достаточной точностью определить расчетную величину. Для этой цели по результатам наблюдений были построены кривые распределения и обеспеченности. Анализ значений, полученных на основании данных кривых, выявил определенную аналогию с результатами исследования других авторов.

При исследовании двух характеристик распределения – коэффициента вариации C_v и коэффициента асимметрии C_s был выявлен неоднозначный характер их изменения: коэффициент вариации максимального суточного количества осадков по г. Могилеву увеличился на 0,019; по г. Горки – уменьшился на 0,103; коэффициент асимметрии уменьшился соответственно на 0,109 и 0,4718.

При проектировании водопропускных сооружений на автомобильных дорогах расчеты ведутся на основании однопроцентной вероятности превышения применяемых величин. Для оценки произошедших временных изменений ряд наблюдений был разбит на два периода по 50 лет каждый. Сравнив полученные значения величины слоя осадков, отметим, что величина слоя для г. Могилева практически не изменилась, а в г. Горки уменьшилась на 22,25 мм (24,4 %).

Таким образом, было установлено, что в многолетнем интервале суточная величина слоя осадков не увеличилась. Следовательно, появление осадков, вызывающих катастрофические разрушения водопропускных сооружений и переполняющих ливневую канализацию, следует ожидать за счет увеличения интенсивности выпадения осадков в течение суток при прежнем суммарном суточном объеме.

Данные на рис. 1 демонстрируют изменение оптических плотностей растворов красителя метиленового фиолетового в процессе облучения суспензий, содержащих композиты CeO_2-TiO_2 в сравнении с таковыми, содержащими индивидуальные оксиды. Индивидуальный TiO_2 проявляет высокую фотокаталитическую активность. В случае индивидуального CeO_2 процесс идет гораздо медленнее и практически не отличается от собственной деградации красителя в растворе при УФ-облучении. Однако, в случае композиций CeO_2-TiO_2 , в частности при соотношении $CeO_2/TiO_2 = 0,25/0,75$, скорость деградации красителя заметно выше, и выше она оказывается при других соотношениях в интервале малых интервалов облучения. Таким образом, система CeO_2-TiO_2 перспективна для дальнейшего исследования и разработки фотокаталитических методов очистки воды.

УДК 666.11.016.2

РАЗРАБОТКА ЛЕГКОПЛАВКИХ СТЕКОЛ ДЛЯ
СВЕТОПРЕОБРАЗУЮЩИХ ПОКРЫТИЙ

Е. Е. ТРУСОВА, И. Н. ЯРОШЕВИЧ

Научный руководитель Н. М. БОБКОВА, д-р техн. наук

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Светопреломляющие покрытия представляются наиболее экономичной и рациональной формой создания люминесцентных удаленных преобразователей, вариантом, пригодным для массового применения. Такие покрытия могут быть полимерно-керамическими, либо стеклокристаллическими. Основой для нанесения стеклокристаллических покрытий служат стеклянные подложки из листового стекла.

В качестве основы светопреломляющего покрытия были исследованы легкоплавкие стекла системы $ZnO - Bi_2O_3 - B_2O_3$ с дополнительным введением в качестве постоянных компонентов K_2O , Al_2O_3 , SiO_2 . Синтез стекол осуществляли в газовой печи при 1100–1150 °С, с выдержкой при максимальной температуре 2 часа. В результате синтеза получены хорошо осветленные стекла, окрашенные в светло-оранжевые тона по всему объему. Стекла данной системы характеризуются высокой устойчивостью стеклообразного состояния в интервале температур 500–900 °С; температурой полной растекаемости стекол в интервале 575–680 °С; температурным коэффициентом линейного расширения – $(72-98) \cdot 10^{-7} K^{-1}$; температурой начала размягчения в пределах от 450 до 500 °С.

Для получения стеклокристаллических покрытий на подложках из листового стекла выбраны стекла с содержанием Bi_2O_3 15, 20 и 25 мас. %, на основе которых приготовлены порошкообразные смеси с введением 10 и 15 % тоннокристаллического $YAG:Ce^{3+}$, полученного методом «горения» нитратов иттрия, алюминия и церия в лимонной кислоте и дополнительно обработанных в атмосфере аргона при температуре 1100 °С. Методика изготовления светопреломляющего покрытия включает подготовку шликера, путем совместного смешивания тонкомолотого порошка стекла, люминофора и органического растворителя, нанесение шликера на стеклянную подложку и термическая обработка последних при 650–700 °С в воздушной среде. Получены покрытия с удовлетворительными характеристиками. Визуально, при суммировании излучения синего светодиода и желто-зеленой люминесценции люминофора $YAG:Ce^{3+}$ в составах полученных композитов наблюдается излучение белого цвета.

УДК 624.01

СПОСОБЫ УСТАНОВКИ ХОМУТОВ
НА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОЛОННЫ

Т. С. ЛАТУН, Е. М. АМЕЛИН, К. В. ЦЫГАНКОВ

Научные руководители: И. Л. ОПАНАСЮК, канд. техн. наук, доц.;

С. В. ДАНИЛОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Восстановление эксплуатационных качеств железобетонных конструкций в практике строительства в большинстве случаев реализуется частичной передачей нагрузок на основания и фундаменты через стальные элементы усиления.

Следует выделить сплошное усиление железобетонных конструкций колонн, балок, плит перекрытия и покрытия и локальное усиление отдельных железобетонных конструкций. В первом случае нагрузки от элементов усиления передаются на фундаменты через различные типы обойм усиления железобетонных колонн.

Во втором случае при достаточной несущей способности колонн нагрузки от усиленных железобетонных конструкций (разрезных и неразрезных балок и ферм) передают на колонны с помощью различных опорных узлов.

Существующие способы устройства опорных узлов элементов усиления затруднено ограниченным количеством возможных конструктивных решений. Так, например, устройство стальных опорных столиков, установленных на стальные хомуты колонн, редко применяют в практике усиления железобетонных конструкций из-за незначительной их несущей способности, которая зависит от величины обжатия хомутов болтами к колонне. Дополнительная приварка хомутов к рабочей арматуре не обеспечивает их надежную анкерровку.

Авторами разработаны технические решения по установке стальных столиков на колонны посредством заводки в тело железобетонных колонн дополнительных стальных сегментов либо стержней через прорези и отверстия в хомутах опорных стальных элементов.

Такие решения по анкерровке стальных опорных элементов хомутов на железобетонные колонны обеспечивают их расчетную несущую способность и эксплуатационные качества.

Приведенные способы анкерровки стальных хомутов к колоннам реализованы при восстановлении оголовков железобетонных колонн на складе клинкера ПРУП «Кричевцементношифер» после демонтажа стальных ферм пролетом 36 м, что позволило обеспечить несущую способность анкерных устройств для крепления вновь изготовленных и смонтированных стальных ферм, снизить расход стали по сравнению с существующими способами передачи нагрузок от усиленных элементов на железобетонные колонны через различного рода обоймы.

УДК 69.05

ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА БЕСКАРКАСНЫХ
ГИПСОКАРТОННЫХ ПЕРЕГОРОДОК

Т. С. ЛАТУН, Е. М. АМЕЛИН, К. В. ЦЫГАНКОВ

Научные руководители: И. Л. ОПАНАСЮК, канд. техн. наук, доц.;
С. В. ДАНИЛОВ

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

На современном этапе в практике строительства широко используются каркасные гипсокартонные перегородки. Каркас этих конструктивных элементов состоит из дерева или тонкостенных гнутых стальных профилей. Деревянные каркасы перегородок имеют определенные преимущества и недостатки перед стальными каркасами. Преимуществом деревянных каркасов является их более низкая стоимость по сравнению со стальными, а основным недостатком – более высокие затраты труда при их возведении, которые примерно в два раза больше, чем при возведении стальных каркасов. Стальной каркас состоит из элементов двух типов: одни – горизонтальные, прикрепленные к полу и потолку, вторые – вертикальные.

Работы по устройству перегородки начинаются с разметки её будущего местонахождения. Для обеспечения их звукоизоляции необходимо подложить под все профили, соприкасающиеся с потолками, полами и стенами, прокладку из специальной звукоизоляционной ленты.

Устройство такой конструкции гипсокартонных перегородок является очень трудоемким и материалоемким процессом. С целью повышения эффективности предложена конструкция и технология устройства бескаркасных гипсокартонных перегородок, состоящих из двух гипсокартонных листов и прокладок между ними из склеенных между собой предварительно заготовленных гипсокартонных прокладок.

В процессе изготовления нарезаются полосы шириной 100–150 мм из гипсокартона, которые скрепляются между собой клеем и служат в качестве прокладок. Затем на цельный гипсокартонный лист, с шагом 600–700 мм, полосы крепят в поперечном направлении листа. Для обеспечения связи будущих элементов прокладки приклеивают с выступом за грань листа на 25–30 мм. После приклеивания всех прокладок, устанавливают на клей второй цельный гипсокартонный лист и дают время на высыхание изделия.

Предложенная технология устройства бескаркасных перегородок увеличивает расход гипсокартонных листов на 20–25 %, но при этом не требует устройства каркасов из дерева или стального гнутого профиля, что значительно снижает стоимость, трудоемкость и продолжительность выполнения работ.

УДК 546.41

ПОЛУЧЕНИЕ КАЛЬЦИЙФОСФАТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ТИТАНЕ

С. А. УЛАСЕВИЧ, О. Н. МУССКАЯ, В. К. КРУТЬКО

Научный руководитель С. К. ПОЗНЯК, канд. хим. наук

Государственное научное учреждение

«ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ НАН Беларуси»

Минск, Беларусь

В настоящее время титан и его сплавы находят широкое применение в медицине, благодаря высокой механической прочности, химической инертности, низкой плотности и высокой коррозионной стойкости в физиологической среде. Однако биоинертность металлических поверхностей не поддерживает образование и рост костной ткани, поэтому на титановые имплантаты наносят биосовместимые кальцийфосфатные покрытия. Электрохимическое осаждение кальцийфосфатных покрытий обычно происходит за счёт локального повышения pH в электролите, содержащем ионы Ca^{2+} и H_2PO_4^- . Это не позволяет значительно повысить концентрацию исходных компонентов без существенного снижения pH (3,0–3,2), что будет препятствовать образованию основных фосфатов кальция. В данной работе кальцийфосфатные покрытия осаждали методом электрохимического окисления гипофосфита кальция при pH 5,5–6,0 под действием постоянного и переменного тока.

Установлено, что на постоянном токе не происходит осаждения кальцийфосфатных покрытий, так как окисление гипофосфит-иона протекает на аноде при pH 3,0, а для осаждения фосфатов кальция необходимо локальное повышение pH (до 8–12), которое происходит на катоде. Одновременное протекание данных процессов в электролитической ячейке обеспечивается на переменном токе. Так в электролите на основе 0,62М $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ с добавлением нитрата кальция (для достижения соотношения $\text{Ca} / \text{P} = 1,67$) на переменном токе при потенциале от –1,9 В до 0 В, комнатной температуре в течение 5–30 мин осаждается покрытие, состоящее из 86 % $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и 14 % $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. При окислении $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ при 85 °С в течение 30 мин содержание $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в покрытии уменьшается до 41 %, а $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ возрастает до 47 % и появляется 12 % $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (брушит). При выдерживании полученных покрытий в аммиачном растворе дигидрофосфата аммония при комнатной температуре в течение 14 сут гидроксид кальция и брушит полностью трансформируются в трикальцийфосфат.

УДК 663.52
МЕТОД СИНТЕЗА АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ПРОЦЕССОМ БРАГОРЕКТИФИКАЦИИ

Н. И. УЛЬЯНОВ
Научный руководитель И. Ф. КУЗЬМИЦКИЙ, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Минск, Беларусь

Брагоректификационная установка, как объект управления (ОУ), имеет существенное транспортное запаздывание и переменный коэффициент передачи. Для управления подобными объектами наиболее эффективными являются системы, содержащие упредитель Смита и обеспечивающие перестройку управляющего устройства при изменениях коэффициента передачи объекта.

Рассматриваемый ОУ по каналу управления «расход греющего пара – концентрация этилового спирта в полупродуктах (готовом продукте)» можно отнести к виду объектов с одним входом и транспортным запаздыванием в управлении.

Динамика участка канала управления, включающего ОУ и усилитель с перестраиваемым коэффициентом передачи $K_C(t)$, описывается уравнением:

$$y^{(n)}(t) + \sum_{i=0}^{n-1} a_i \cdot y^{(i)}(t) = K_C(t) \cdot K(t) \cdot U(t - \tau),$$

где $y(t)$ – выходная координата объекта; $U(t - \tau)$ – управляющее воздействие; a_i – постоянные коэффициенты; $K(t)$ – переменный коэффициент передачи объекта.

Изменение $K(t)$ ОУ должно компенсироваться изменением переменного коэффициента $K_C(t)$. Ставится задача синтеза алгоритма самонастройки коэффициента $K_C(t)$, обеспечивающего устойчивость движения объекта относительно движения модели, используемой в упредителе Смита. При этом предполагается, что справедлива гипотеза квазистационарности. Для решения задачи применим метод Ляпунова – Красовского.

Предложенная методика синтеза для ОУ с изменяющимися во времени параметрами и большим транспортным запаздыванием, позволяющая построить адаптивную систему управления, обеспечивающую эффективное функционирование в условиях действия неконтролируемых возмущений, существенного транспортного запаздывания и изменения динамических параметров ОУ. Эффективность данного метода подтверждена практическим применением при решении реальных производственных задач.

УДК 620.9
УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БРИКЕТОВ

П. Г. ЛАГУНОВИЧ
Научный руководитель В. М. БЛАГОДАРНЫЙ, д-р техн. наук, проф.
Учреждение образования
«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Барановичи, Беларусь

Известно, что в последнее время во всех развитых странах большое внимание уделяется возобновляемым источникам энергии, в частности, топливу, получаемому путем брикетирования древесных и растительных отходов.

Белоруссия покрыта лесами на 35 % всей площади, в течение года образуется около 5 млн. тонн древесных отходов (почти более 75 % от всей биомассы). Однако вклад в выработку тепловой энергии составляет не более 3 %, в то время как в других европейских странах (Германии, Австрии) этот показатель равен 15 %. Что же тормозит и препятствует широкому использованию биомассы в Белоруссии для выработки тепловой энергии? Здесь можно видеть несколько причин: отсутствие достаточно экономичной и простой технологии переработки древесных и растительных отходов, неподготовленность топливных систем для использования брикетов, полученных из древесных и растительных отходов, недостаточность информированности населения и потребителей о преимуществах использования для отопления брикетов, и пока не принятые в стране строгие законы по защите окружающего пространства.

На Западе ассортимент установок для брикетирования довольно обширен. Поэтому бывает трудно из всего многообразия установок выбрать нужную. Основными критериями при выборе установки для изготовления брикетов являются экономические при соответствующих общих условиях. В цену брикетов для различных установок заложена такая инвестиционная величина как энергетические расходы на производство соответствующего количества продукции. Для производства брикетов в настоящее время используются установки, работающие на различных принципах, имеющие различные технические параметры. Для изготовления малых брикетов из опилок используют дисковые уплотнители, представляющие собой грануляторы с фрикционными дисками, один из которых вращается, а другой неподвижен. Прессование и спекание происходит за счет трения и тепла, образующегося при вращении диска. Малые брикеты из древесных опилок получают также на вальцовых устройствах. Материалы растительного происхождения чаще всего брикетируются в устройствах с рабочими органами в виде открытой матрицы, в которую сверху поступает материал и запрессовывается пуансоном.

УДК 625.855.3

ОПТИМИЗАЦИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ДОЛОМИТОВОГО ЩЕБНЯ

Л. О. КУЛИНА, А. Н. БУКО

Научный руководитель А. В. БУСЕЛ, д-р техн. наук, проф.
Республиканское дочернее унитарное предприятие
«БЕЛОРУССКИЙ ДОРОЖНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ «БелдорНИИ»
Минск, Беларусь

Проблема использования доломитового щебня, производимого на ОАО «Доломит», в дорожном строительстве связана с его низкой прочностью и морозостойкостью. Один из способов решения этой проблемы заключается в ударно-центробежном дроблении доломита с последующей активацией его поверхности.

На экспериментальной базе НПО «Центр» в 2010 г. были выполнены опытно-технологические работы по дроблению доломитового щебня фракции (20-40) мм, обеспечивающему получение щебня требуемой прочности и кубовидной формы.

В результате сравнительных испытаний обычного доломитового щебня, полученного в щековой дробилке, и улучшенного щебня, полученного путем дробления в оптимальном режиме на оборудовании НПО «Центр» установлено, что марка по дробимости с 600-800 повысилась до 1000, содержание в материале зерен пластинчатой и игловатой формы уменьшилось в несколько раз и составило 5–9 %, что соответствует щебню I группы по ГОСТ 8267-93, истираемость щебня уменьшилась в 1,4 раза и соответствует марке И-1.

В дробленном щебне содержание частиц изометрической кубовидной формы составляет 94–95 %. Насыпная плотность щебня, полученного ударно-центробежным способом повысилась на 5–8 %, что свидетельствует о его лучшей пространственной упаковке и предполагает снижение расхода битума в асфальтобетоне на 5–10 % при обеспечении требуемой сдвигоустойчивости.

С целью снижения водопоглощения доломитового щебня и повышения его морозостойкости поверхность дробленого доломита была обработана различными активаторами - растворами неорганических солей.

Работы по исследованию свойств активированного доломитового щебня, выполненные в лабораторных условиях показали, что применение предлагаемых активаторов позволяет снизить водопоглощение щебня в 1,25 раз и приводит к увеличению марки щебня по морозостойкости.

Применение решения предложенного варианта позволяет существенно увеличить качественные характеристики доломита, что обеспечит расширение области его применения в дорожном строительстве.

УДК 621.9

ПОРОШКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ СИСТЕМЫ Fe-Al И
ГАЗОТЕРМИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ ИЗ НИХ

А. С. ФЕДОСЕНКО

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

Развитие ведущих отраслей народного хозяйства требует создания новых конструкционных материалов, обладающих высокими эксплуатационными свойствами.

В настоящее время, среди материалов, характеризующихся хорошей работоспособностью в сложных условиях, наибольшее распространение получили сплавы на основе никеля. Материалы на никелевой основе используются как коррозионностойкие, износостойкие, жаростойкие, жаропрочные и т.д. При этом основным их недостатком является высокая стоимость, обусловленная содержанием значительного количества никеля, как базового элемента.

Перспективной заменой никелевым сплавам являются материалы системы Fe-Al. Как и вышеуказанные, они образуют соединения, характеризующиеся высокими физико-механическими, химическими и эксплуатационными свойствами и обладают рядом преимуществ перед классическими сталями и сплавами.

Данные материалы имеют высокую теплопроводность, хорошие механические и физико-химические свойствами при повышенных и высоких температурах, а также пониженную плотность и высокую износостойкость. Обладают хорошим сопротивлением высокотемпературному окислению, науглероживанию и коксованию. Являются коррозионностойкими в атмосфере серы, хлора и смесях этих газов. В тоже время их стоимость значительно ниже материалов на никелевой основе.

Железоалюминиевые материалы получают всеми современными способами металлургии, наибольший интерес среди которых представляет механическое легирование, заключающееся в обработке порошковой шихты в механореакторах в течение длительного времени.

Перспективным направлением использования полученных порошков, является нанесение покрытий газотермическими способами напыления.

В результате проведенной работы, в Белорусско-Российском университете с помощью технологии реакционного механического легирования были получены порошки системы Fe-Al, состава 70 %Fe+30 % Al. Полученными материалами нанесены покрытия методом плазменного напыления и исследованы их структура и свойства.

УДК 614.842.47:685.223

РАЗРАБОТКА ПОЯСА ПОЖАРНОГО СПАСАТЕЛЬНОГО ДЛЯ
ОРГАНОВ И ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ

М. М. ФОМЧЕНКО

Научный руководитель С. Д. МАКАРЕВИЧ

Научно-практический центр учреждения

«МОГИЛЕВСКОЕ ОБЛАСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МЧС РБ»

Могилев, Беларусь

При проведении аварийно-спасательных, аварийно-восстановительных работ и при тушении пожаров необходима специальная экипировка. Частью экипировки пожарного-спасателя является пояс, позволяющий производить страховку при работе на высотах, проводить операции спасания и самоспасания, закреплять дополнительный инструмент. В Республике Беларусь существовала проблема по замене поясов пожарных спасательных на современные изделия, удовлетворяющие требованиям действующих ТНПА, и отвечающие основным параметрам, влияющим на безопасность спасателя.

С 2009 года в Республике Беларусь действует стандарт СТБ 11.13.08 «Система стандартов пожарной безопасности. Пояса пожарные спасательные. Общие технические условия». Данный стандарт распространяется на пожарные спасательные пояса, предназначенные для оснащения подразделений Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, и устанавливает технические требования, методы испытания поясов, а также материалов, применяемых для их изготовления. В соответствии со стандартом, пояса пожарные спасательные разделяются на 2 типа – тип «А» и тип «Б». Из опыта применения поясов пожарных спасательных известно, что пояса типа «Б» в подразделениях по ЧС практически не применяются. Такими образом, при разработке было решено разрабатывать пояс типа «А».

Проведенный анализ поясов, имеющих на вооружении органов и подразделений по ЧС производства ЗАО «Элиот» (Россия), Sarchi Brothers (SPA) (Италия), SKYLOTEC GmbH (Германия) показал, что применяемые пояса имеют ряд недостатков:

– высокая стоимость и увеличенная масса – пояса производства Sarchi Brothers (SPA) (Италия), SKYLOTEC GmbH (Германия);

– невысокая разрывная нагрузка и неудобство эксплуатации – пояса производства ЗАО «Элиот» (Россия).

Разработка пояса производилась по договору с ОАО «Лента» г. Могилев – крупнейшим производителем текстильной галантереи в Республике Беларусь. В процессе разработки были определены основные па-

УДК 624.014.2

К ОЦЕНКЕ ПРОЧНОСТИ НАКЛОННЫХ СЕЧЕНИЙ
ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ БАЛОК
С ПОЛОГО ОТОГНУТОЙ АРМАТУРОЙ

П. В. КРИВИЦКИЙ

Научный руководитель В. Н. МАЛИНОВСКИЙ, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Брест, Беларусь

Роль предварительно напряженных отгибов в оценке сопротивления действию усилий от внешнего воздействия в отечественных нормах имеет неоднозначность и даже определённую противоречивость.

В национальных нормах (СНБ 5.03.01-02, ТКП EN 1992-1-1-2009), а также в некоторых международных (ACI, EUROCODE, BAEL, DIN, CSA) методы расчета прочности сечения наклонного к продольной оси применяют рациональную деформационную модель, в которой используются совместно уравнения равновесия, уравнения совместности деформаций.

Для получения параметров, необходимых для расчетного аппарата балок с полого отогнутой арматурой по методам предлагаемой деформационной модели, требуются дополнительные исследования по особенностям напряженно-деформированного состояния бетона балок с отогнутой продольной арматурой в сравнении с конструкциями с прямолинейной арматурой.

Проведены численные исследования напряженно-деформированного состояния железобетонной балки длиной – 3,0 м (сечением 120 x 300 мм) с расчётным пролётом 2,7 м, армированной продольной канатной арматурой класса S1400 (размещение в два ряда с рабочей высотой сечения $d = 250$ мм). Канаты верхнего ряда в третях пролёта переведены из нижней зоны к верхней грани опорного сечения. При исследовании варьировались угол наклона отгиба 12-20° и коэффициент армирования продольной арматуры.

По результатам численного исследования установлено, что при обжатии бетона с полого отогнутой арматурой векторы главных деформаций сжатия в средней части высоты сечения направлены к точке приложения усилий в отогнутой арматуре. В аналогичных балках с прямолинейной арматурой векторы главных деформаций сжатия направлены параллельно продольной оси балок. При приложении внешней нагрузки векторы главных деформаций сжатия наклонены к продольной оси в меньшей степени, чем в балках с прямолинейной арматурой. Данное обстоятельство необходимо учитывать при построении расчетной модели элементов с полого отогнутой арматурой.

УДК 624.072.21.7
ВЛИЯНИЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ РАЗБИВОЧНЫХ СЕТОК НА
НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ УПРУГОГО
ОСНОВАНИЯ ПОД БАЛОЧНОЙ ПЛИТОЙ

О. В. КОЗУНОВА, Е. А. СИГАЙ

Научный руководитель С. В. БОСАКОВ, д-р техн. наук, проф.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА»

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Гомель, Минск, Беларусь

В проводимом авторами исследовании решается задача нелинейной теории упругости (плоская деформация): *линейно упругая* плита на *нелинейно-упругом* неоднородном основании, ослабленном биогенными включениями. Каждый слой грунта и биогенные включения описываются, как *нелинейно деформируемая* неоднородная среда.

За *неизвестные* принимаются: $u_i(x), v_i(y)$ – компоненты вектора перемещения i -той узловой точки основания; $p_y^{(i)}(x, y)$ – реактивные давления в зоне контакта балочной плиты с основанием. *Граничные условия задачи*: на границах принятой расчетной области перемещения $u = 0, v = 0$; в контактной зоне справедливо равенство осадок основания прогибам плиты.

В алгоритме нелинейного расчета применяется метод упругих решений А. А. Ильюшина. Вычисление неизвестных каждой итерации осуществляются при помощи *касательного модуля* деформации.

Решение краевой задачи строится в перемещениях и реализуется методом конечных разностей (МКР), то есть заменой дифференциальных уравнений линейными конечно-разностными соотношениями. Энергия деформаций упругого основания получается суммированием по объему основания энергий деформаций прямоугольных участков для каждой ячейки МКР. В результате система дифференциальных уравнений заменяется системой линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).

Для реализации указанного подхода составлена программа на языке *Mathematica 8.0*. В программе учитывается неравномерность разбивочных сеток в виде переменного коэффициента, что позволяет использовать различный шаг разбиения на разных участках расчетной области.

Результаты расчета показали, что уменьшение шага разбиения сетки в зоне контакта балочной плиты с упругим основанием, а также на границе биогенных включений, положительно влияет на точность описания напряженно-деформированного состояния (НДС) упругого основания: а) уменьшается краевой эффект для реактивных давлений; б) эпюры перемещений и напряжений в пределах расчетной области приобретают более плавный характер (отсутствие больших скачков, сглаживание).

раметры и характеристики, как для материалов, так и для конкретных изделий, проведены необходимые исследования и испытания. Так к примеру, испытания поясных лент показали что ленты из полипропилена, из полиэфира не соответствуют требованиям, предъявляемым действующими ТНПА. Рассматривались также варианты применения различных материалов: арамиды типов Nomex[®] и Kevlar[®], материалов линейки INDURA[®] концерна WESTEX (США), тканей Millenia Light - компании Ten Cate Protect и др. Рассмотренные варианты по их характеристикам, указанные производителями, в принципе удовлетворяли предъявляемым требованиям, однако, стоимость материалов оказалась достаточно высокой, кроме того не все поставщики и производители могли поставлять нить, необходимую для производства поясных лент. Наиболее положительно зарекомендовали себя поясные ленты из арселона[®] (первое и единственное в мире термостойкое волокно на основе поли-пара-фенилен-1,3,4-оксадиазола, выпускаемое в промышленном масштабе) – высокие разрывные нагрузки, стойкость к высоко- и низкотемпературным воздействиям.

В результате проведенных исследований и практических разработок, совместно с ОАО «Лента» разработан пояс пожарный спасательный «ППС» тип «А» и технические условия на производство поясов ТУ ВУ 700002794.015-2010. Разработанный пояс соответствует требованиям действующего СТБ 11.13.08 «Система стандартов пожарной безопасности. Пояса пожарные спасательные. Общие технические условия» и имеет положительные отзывы из органов и подразделений по ЧС.

УДК 621.315.5
КЕРАМИЧЕСКИЕ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ
НА ОСНОВЕ ТИТАНАТА БАРИЯ

А. А. ХОРТ
Научный руководитель Е. М. ДЯТЛОВА, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Целью данной работы является разработка составов и технологии получения сегнетоэлектрических материалов на основе титаната бария, модифицированного оксидами типа RO и установление зависимости их электрофизических свойств от параметров синтеза и количества модификатора.

На основе анализа литературы в качестве модификатора выбран оксид меди. Исследовано влияние вышеуказанных факторов на фазовый состав и структуру, диэлектрическую проницаемость, тангенс угла диэлектрических потерь, активное сопротивление, пористость и водопоглощение полученных материалов.

В ходе исследования было установлено, что повышение температуры синтеза и вторичной обработки однозначно улучшает основные электрофизические характеристики материала: повышает относительную диэлектрическую проницаемость, снижает тангенс угла диэлектрических потерь и активное электрическое сопротивление. Это, вероятно, обусловлено интенсификацией процесса материала за счет увеличения количества расплава, о чем свидетельствует снижение водопоглощения и пористости до нулевых значений.

Введение оксида меди (CuO) с последовательным повышением его содержания в материале, приводит к увеличению относительной диэлектрической проницаемости до 9500, что на 30 % выше чем у немодифицированного титаната бария. При этом закономерно увеличивается тангенс угла диэлектрических потерь и в несколько раз снижается активное электрическое сопротивление образцов. Вероятно, во время синтеза, происходит встраивание иона Cu^{2+} в перовскитовую решетку титаната бария с замещением иона Ba^{2+} . Ион меди обладает меньшим ионным радиусом, чем ион бария, вследствие чего нарушается симметричность структуры и происходит деформация элементарных ячеек титаната бария. Это в свою очередь, увеличивает углы между дипольными моментами соседних доменов и соответствующими осями симметрии элементарной ячейки. Такое изменение структуры может привести к росту прочности связей элементов кристаллической решетки и энергии, которую необходимо затратить на осуществление фазового перехода первого рода.

УДК 624.078.412:624.012.45
МЕХАНИЧЕСКИЕ СТЫКОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ СТЕРЖНЕВОЙ
АРМАТУРЫ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

А. Н. КОЗЕЛ
Научный руководитель Ю. В. ПОПКОВ, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Новополоцк, Беларусь

Представлены результаты исследований новой конструкции механического стыкового соединения, отличающейся от известных аналогов более простым устройством и обеспеченностью необходимой прочностью, а также универсальностью при знакопеременных нагрузках. Установлены: характер распределения деформаций по длине опытных образцов соединения и его податливость в виде линейных перемещений стыкуемых стержней относительно муфты. Определены участки, создающие концентрации деформаций по длине стыка. Получены экспериментальные данные о прочности и деформативности нового бессварного стыкового муфтового соединения арматуры и разработаны рекомендации по практическому его использованию в железобетонных конструкциях. Показана необходимость для Республики Беларусь в активном освоении в практике строительства механических способов стыкования арматурных стержней взамен энерго- и материалоемких сварных и нахлесточных.

В результате проведенных исследований, получены следующие выводы:

– испытания на растяжение предлагаемой конструкции механического соединения в принятой комплектации показали стабильные значения усилий разрыва по среднему сечению, соответствующие временному сопротивлению стали трубы муфты;

– предельная сжимающая нагрузка при потере устойчивости опытных образцов стыка имела значения, близкие к результатам испытания на растяжение;

– предполагается, что использование муфты большего поперечного сечения или муфты из стали более высокого класса, при проведении дополнительных исследований позволят получить для данного типа соединений условие равнопрочности со стержнями стыкуемой арматуры.

С. В. КАРПЕНКО

Научный руководитель Э. И. СТАРОВОЙТОВ, д-р физ.-мат. наук, проф.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА»

Гомель, Беларусь

Для описания кинематики пакета принята гипотеза «прямой нормали»: в пластине толщиной h нормаль остается прямолинейной, не изменяет своей длины, но поворачивается на некоторый дополнительный угол, составляющий с радиальной и тангенциальной осями величины $\psi_r(r, \varphi)$ и $\psi_\varphi(r, \varphi)$. Деформации малые. Проекция внешней нагрузки на радиальное и тангенциальное направления обозначим $p_r(r, \varphi)$, $p_\varphi(r, \varphi)$. В этом случае перемещения в пластине выражаются через две искомые функции u_r , u_φ .

Уравнения равновесия в частных производных рассматриваемой пластины при неосесимметричном деформировании в своей плоскости получены с помощью принципа возможных перемещений Лагранжа:

$$\begin{aligned} (a_5 + a_2) \frac{u_{r,\varphi r}}{r} + (a_5 + a_1) \frac{u_{r,\varphi}}{r^2} + a_5 \left(u_{\varphi,rr} - \frac{u_\varphi}{r^2} \right) + a_1 \frac{u_{\varphi,\varphi\varphi}}{r^2} &= -p_\varphi, \\ (a_2 + a_5) \frac{u_{\varphi,r\varphi}}{r} - (a_1 + a_5) \frac{u_{\varphi,\varphi}}{r^2} + a_1 \left(u_{r,rr} + \frac{u_{r,r}}{r} - \frac{u_r}{r^2} \right) + a_5 \frac{u_{r,\varphi\varphi}}{r^2} &= -p_r, \end{aligned} \quad (1)$$

где запятая в нижнем индексе обозначает операцию дифференцирования по следующей за ней координате.

Добавив к (1) принятые граничные условия, получим замкнутую краевую задачу для нахождения перемещений в задаче о неосесимметричном деформировании пластины типа Тимошенко.

В этом случае искомые функции $u_r(r, \varphi)$, $u_\varphi(r, \varphi)$ и нагрузки $p_r(r, \varphi)$, $p_\varphi(r, \varphi)$ раскладываются в тригонометрические ряды по координате φ :

$$\begin{aligned} u_r(r, \varphi) &= u_r^{(0)}(r) + \sum_{n=1}^{\infty} \left[u_{rn}^{(1)}(r) \cos(n\varphi) + u_{rn}^{(2)}(r) \sin(n\varphi) \right], \\ u_\varphi(r, \varphi) &= u_\varphi^{(0)}(r) + \sum_{n=1}^{\infty} \left[u_{\varphi n}^{(1)}(r) \cos(n\varphi) + u_{\varphi n}^{(2)}(r) \sin(n\varphi) \right], \end{aligned} \quad (2)$$

и т.д.

Подставив выражения (2) в уравнения (1) и приравняв коэффициенты при одинаковых тригонометрических функциях, сведем решение системы в частных производных (1) к системе четырех обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение последних получено в явном виде и проведен его параметрический числовой анализ.

А. А. ХОРТ

Научный руководитель Е. М. ДЯТЛОВА, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Целью данной работы являлось получение чувствительных покрытий селективных твердоэлектролитных датчиков CO/CO_2 на основе системы $\text{BaO}(\text{CuO})\text{-TiO}_2$.

Керамические материалы были получены высокотемпературным спеканием предварительно измельченной и гомогенизированной сырьевой смеси, составленной из карбоната бария (BaCO_3) и оксида титана (TiO_2) с дополнительным введением различного количества оксида-модификатора (CuO). Синтезированные материалы, измельченные до удельной поверхности $7000 \text{ см}^2/\text{г}$, были затворены органической связкой для получения суспензии, которая наносилась на кристалл датчика. Были измерены основные характеристики датчиков (чувствительность, быстродействие, уровень сигнала) при их работе в атмосфере CO/CO_2 .

Было установлено, что повышение содержания оксида меди в материале увеличивает чувствительность покрытия датчиков на 10-15 %. При этом возрастает селективность и быстродействие датчиков как по отношению к CO , так и к CO_2 . Такие зависимости чувствительности можно объяснить структурными изменениями в материале. Измерительная способность датчика основана на изменении проводимости активного слоя $\text{BaTiO}_3\text{-CuO}$, представляющего собой p-n проводящую пару. В результате хемосорбции молекул исследуемых газов на поверхности материалов чувствительного покрытия образуется мономолекулярный слой адсорбированного газа, что резко меняет электропроводность чувствительного слоя, после чего скорость изменения проводимости значительно снижается. На второй стадии происходит конденсация газа на поверхностях, обладающих большим количеством свободной энергии.

После выведения чувствительного элемента датчика из атмосферы детектируемого газа наступает релаксация – проводимость чувствительного слоя возвращается к начальному значению. Это происходит вследствие снижения парциального давления газа, а также приобретения избыточного заряда молекулами и атомами газов и изменения электрокинетического потенциала, что приводит к снижению сродства к поверхности, а также повышению энергии Ферми на границе полупроводник-газ. В результате чего скорость процесса десорбции становится выше скорости адсорбции и чувствительная поверхность датчика регенерируется.

УДК 533.9; 535.3; 543.423.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАНИЯ АЮ ПРИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ СДВОЕННЫХ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ НА ПОВЕРХНОСТЬ АЛЮМИНИЯ

ЧИНЬ Н. Х, ЛЭ ТХИ КИМ АНЬ

Научный руководитель А. П. ЗАЖОГИН, д-р физ.-мат. наук, проф.
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Цель работы состояла в том, чтобы показать возможность и определить условия для получения методом абляции сериями сдвоенных лазерных импульсов алюминиевых мишеней в воздушной атмосфере нанокластеров алюминия и (или) соединений алюминия, типа АЮ, для использования в технологиях напыления тонких пленок..

Для проведения исследований использовался лазерный многоканальный атомно-эмиссионный спектрометр LSS-1. Лазер обладает широкими возможностями как для регулировки энергии импульсов (до 80 мДж), так и временного сдвига между сдвоенными импульсами (0-100 мкс) излучения.

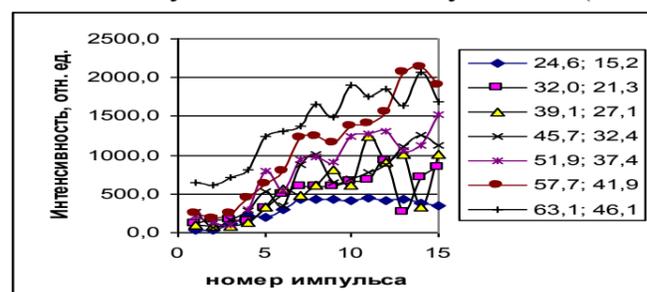


Рис. 1. Зависимость интенсивности полосы 484,21 нм от номера импульса (глубины) при различных энергиях импульсов (в рамке энергия первого и второго импульса в мДж)

С использованием интервала 10–12 мкс авторами проведено исследование процесса образования радикалов АЮ от энергии импульсов в зависимости от номера воздействующего на мишень импульса (рис.1).

Как видно из данных процесс образования радикалов АЮ существенно увеличивается с увеличением энергии импульсов и особенно это заметно с увеличением глубины кратера. При малой энергии импульсов накачки порядка 11–12 Дж, начиная с 7 импульса, интенсивность полос перестает сильно изменяться. В то же время при энергии накачки 16 Дж (энергия импульсов 57,7 и 41,9 мДж) при 13–14 импульсах интенсивность полос существенно увеличивается и сравнивается по эффективности образования с более высокой энергией импульсов.

Из приведенных результатов видно, что последовательное воздействие на мишень серии сдвоенных лазерных импульсов с временным интервалом между ними порядка 4–12 мкс приводит к существенному увеличению поступления радикалов АЮ в плазму.

УДК 624.011.1

К РАСЧЕТУ ДЕРЕВЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СТРОПИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПО ОТЕЧЕСТВЕННЫМ НОРМАМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЕВРОКОДАМ

А. В. КАЛИТА

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

В настоящее время на территории Республики Беларусь активно реализуется программа внедрения европейских строительных норм (Еврокодов). В связи с введением ТКП EN 1995-1-1-2009 (02250) Еврокод 5. «Проектирование деревянных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» возникла необходимость анализа этого документа в части оценки и сравнения методики расчета деревянных элементов стропильной рамы по отечественным нормам и Еврокодам.

В качестве базовой несущей конструкции для сравнительного расчета была принята стропильная система двускатной крыши учебно-лабораторного корпуса № 2 УО «БрГТУ», пролетом 15,8 м, с углом наклона кровли из металлочерепицы к горизонту 26°. В качестве промежуточных опор наклонных стропил использованы подстропильные рамы и подкосы.

В результате расчетов и конструирования стропильной системы было установлено:

1. Величина расчетной нагрузки на 1 м. п. стропильной ноги составила 1,73 кН/м (СНиП 2.01.07-85 с изм. 1) и 1,51 кН/м (ТКП EN 1991-1-3-2009).
2. При расчете по отечественным нормам расчетные прочностные характеристики ниже, чем по европейским нормам. Так, для данной расчетной ситуации, для древесины сосны 2 сорта расчетное сопротивление изгибу составило 12,35 МПа, а у соответствующей ей по нормативным прочностным характеристикам древесины класса С24 расчетное сопротивление изгибу составило 13,77 МПа.
3. Сечение стропильных ног составило 50x175 мм при расчете по ТКП 45-5.05-146-2009, и 50x150 мм при расчете по ТКП EN 1995-1-1-2009.

Сравнительный анализ показал, что использование европейских норм при проектировании стропильных систем позволяет снизить расход древесины. Проектирование крыши учебно-лабораторного корпуса № 2 УО «БрГТУ» показало, что за счет использования при расчете Еврокода 5 расход древесины снизился (на объект) на 6 %, а расход древесины на стропильные ноги системы снизился на 16,7 % по сравнению с проектированием по отечественным нормам.

С. В. ИГНАТОВ
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Водопроницаемость (коэффициент фильтрации) грунтов оснований является одной из основных характеристик и влияет не только на скорость их уплотнения под нагрузкой, но и на набор прочности расположенных в грунте бетонных конструкций. Величина K_f зависит от следующих факторов: гранулометрического состава, однородности, формы, размера пор и трещин в грунте. Многие исследователи предлагали свои расчетные зависимости определения коэффициента фильтрации для идеализированного грунта. Эти зависимости выводились из предположения, что грунт слагается шарообразными частицами одинакового диаметра, с определенной плотностью упаковки, либо имеющим цилиндрические капилляры и т.д. без учета неоднородности гранулометрического состава, плотности сложения и генезиса грунтов.

С целью определения диапазона изменения коэффициента фильтрации для моренных грунтов, авторами была выполнена статистическая обработка результатов лабораторных исследований, содержащихся более чем в 100 отчетах об инженерно-геологических изысканиях, выполненных УП «Геосервис» в 2000 – 2010 гг. на территории всей республики.

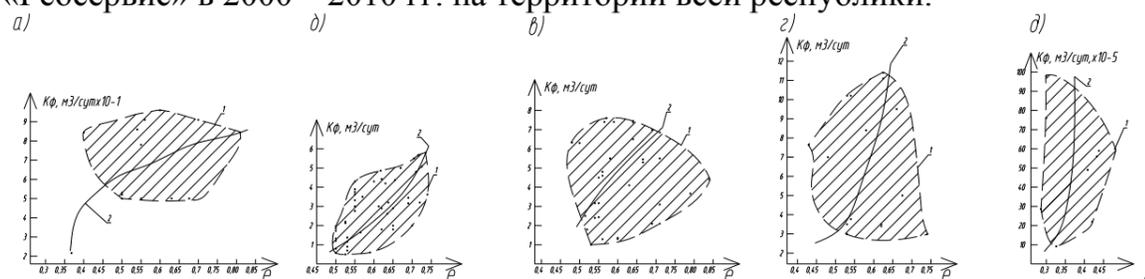


Рис.1. Диапазоны изменения коэффициентов фильтрации моренных грунтов сожского оледенения: а) – песок пылеватый; б) – песок мелкий; в) – песок средний; г) – песок крупный, гравелистый; д) – супесь. 1– граница диапазона; 2 – аппроксимирующая кривая

Представленные зависимости могут быть использованы при выполнении геологических изысканий с целью снижения стоимости предпроектных работ в строительстве.

Г. Ю. ШАКИРОВА
Научный руководитель Р. А. ВАЛИЕВ, канд.-физ.-мат. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КАМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ»
Набережные Челны, Россия

В последнее время, как в научных исследованиях, так и на практике широко применяются концентрированные потоки энергии (КПЭ).

Высокие требования, предъявляемые к материалам современного производства, во многих случаях уже невозможно удовлетворить традиционными технологиями. Использование КПЭ для получения новых перспективных материалов является одним из важнейших направлений в развитии теории и практики воздействия КПЭ на вещество.

В работе исследованы процессы окисления железа под воздействием концентрированных потоков энергии и влияние параметров разряда с применением жидкостного электрода на характер взаимодействия плазмы с поверхностью железоуглеродистых сплавов.

КПЭ создается в устройстве, которое состоит из электролитической ячейки (катода) и распыляемого электрода из углеродистой стали (анода). Установлено, что при воздействии плазмой высоковольтного разряда с водяным электродом на углеродистую сталь образуется порошок оксидов железа, содержание магнетита в котором зависит от диаметра частиц и достигает 90 %. Уменьшение концентрации кислорода в среде диспергирования приводит к понижению доли магнетита в порошке.

Определено структурно-фазовое состояние образующихся при этом материалов, влияние условий плазмохимического синтеза материала на его свойства и механизм образования ферритизованного порошка. Получены зависимости свойств порошка от режима распыления. Интенсивность образования частиц получаемого порошка линейно зависит от тока разряда. Средний диаметр частиц получаемого порошка линейно зависит от плотности тока и уменьшается при повышении концентрации углерода в диспергируемой стали.

А. Н. ЮРЧАК, И. В. ТКАЧЕНКО, А. А. МУСИК
 Научный руководитель Е. И. МАРУКОВИЧ, д-р техн. наук, проф., акад.
 Государственное научное учреждение
 «ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН Беларуси»
 Могилев, Беларусь

Современную печь электрошлакового переплава (ЭШП) отличает применение меньших объёмов шлака, увеличение его электрического сопротивления, выплавка слитков с повышенным коэффициентом заполнения, переплав электрода со скоростью плавления, близкой к верхнему допустимому пределу, автоматическое управление технологическим процессом плавки.

В настоящее время ЭШП как способ, предназначенный для рафинирования металла от кислорода, азота, серы и получения стали, чистой по неметаллическим включениям, утратил свою роль. Уровень развития массового сталеплавильного производства позволяет сегодня реализовать технологические процессы, обеспечивающие получение особо чистого жидкого металла в требуемых количествах и достаточно дешёвого. Всё это толкает ЭШП, как уникальную технологию, к дальнейшему развитию. Безусловно, сдерживает развитие ЭШП высокая стоимость процесса, обусловленная дороговизной расходуемых электродов, а также высокая энергоёмкость их переплава.

Анализ последних достижений в области электрошлаковых технологий показывает, что весьма перспективным, в настоящее время, является отказ от расходуемых электродов и переход на жидкий присадочный металл.

При ЭШП жидкого металла появляется возможность создания непрерывного электрошлакового процесса, а также возможность получать полые слитки из различных сплавов (нержавеющих, инструментальных и быстрорежущих сталей, жаропрочных и др.).

Существенным достоинством ЭШП жидкого металла является применение его при изготовлении композитных и биметаллических изделий и полуфабрикатов, таких как прокатные валки, листовой и профильный прокат, трубы.

В заключении можно с уверенностью утверждать, что сегодня возможности ЭШП ещё не исчерпаны, появилось оригинальное оборудование и созданы новые технологические процессы, говорящие о том, что будущее за электрошлаковым переплавом с жидким присадочным материалом, не требующим применения твёрдых расходуемых электродов.

$$\mu = \frac{\bar{q}}{\bar{q}_0} \frac{1}{\left(1 + \frac{A_c k}{\pi R h} + \frac{A_u k_1}{L h}\right)^2}, \quad (6)$$

где \bar{q} и \bar{q}_0 – безразмерные параметры критического внешнего давления q для ребристой и гладкой оболочек.

Выразив из (6) выражение в скобках, и подставив его в (2) с учетом (4), получим зависимость для выражения объема подкрепленной оболочки в виде:

$$V = \pi R L h \sqrt{\frac{\bar{q}}{\bar{q}_0 \mu}} = \pi R L h \sqrt{\frac{R^2 q}{E h^2 \bar{q}_0 \mu}} = \pi R^2 L \sqrt{\frac{q}{E \bar{q}_0 \mu}}.$$

Таким образом, минимуму объема материала оболочки отвечает максимум коэффициента относительной эффективности μ . Это соотношение позволяет находить наиболее рациональные параметры подкрепления, соответствующие наименьшему объему оболочки.

Исследование влияния параметров подкрепления на величины критических нагрузок с помощью коэффициента относительной эффективности μ удобно выполнять, используя безразмерные параметры подкрепления (табл. 1).

Табл. 1. Безразмерные параметры подкрепления

$\varphi'_1 = \frac{V_{реб}}{V_{обш}}$	– отношение объема всех ребер к объему обшивки;	$\varphi'_2 = \frac{V_c}{V_{ш}}$	– отношение объема стрингеров к объему шпангоутов;
$a_1 = \frac{\pi R}{k h}$	– отношение расстояния между стрингерами к толщине обшивки	$a_2 = \frac{L}{k_1 h}$	– отношение расстояния между шпангоутами к толщине обшивки
$\psi_1 = \frac{H_c}{B_c}$	– отношение высот стенок ребер стрингеров к их толщинам	$\psi_2 = \frac{H_{ш}}{B_{ш}}$	– отношение высот стенок ребер шпангоутов к их толщинам

Задаваясь значениями главных размеров оболочки L , R , объемом необходимого материала V и безразмерными параметрами подкрепления, введенными ранее, можно определить остальные параметры оболочки.

Варьируя значения безразмерных параметров, можно производить оценку эффективности подкрепления оболочки, определяя величину коэффициента относительной эффективности μ .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Игнатов, А. Ю.** К расчету тонких подкрепленных цилиндрических покрытий на устойчивость при внешнем давлении / А. Ю. Игнатов, В. И. Игнатюк // Вестн. БрГТУ. – 2009. – № 1. Строительство и архитектура. – С. 15–19.

Т. И. БЕНДИК

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

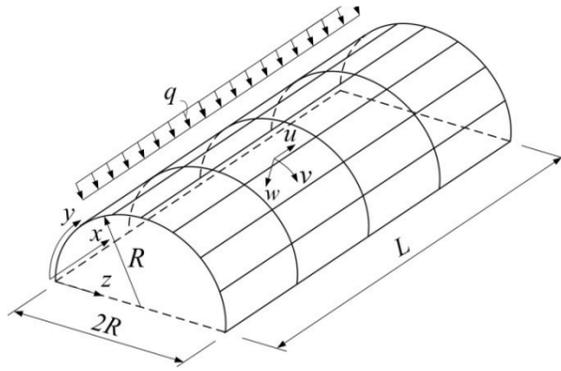


Рис. 1. Расчетная схема покрытия

Определение критических напряжений оболочки выполняется энергетическим методом и получено ранее в работе [1].

Для оценки оптимальности подкрепления введем коэффициент относительной эффективности μ , равный отношению критической нагрузки подкрепленной оболочки $q_{кр}$ к значению критической нагрузки гладкой оболочки $q_{окр}$, равной по объему материала подкрепленной оболочки:

$$\mu = \frac{q_{кр}}{q_{окр}}, \quad (1)$$

Предполагается, что L и R для сравниваемых оболочек одинаковы.

Объемы гладкой и ребристой оболочек определяются выражениями:

$$V_o = \pi RLh_o, \quad V = \pi RLh + A_c k L + A_{ш} k_1 \pi R = \pi RLh \left(1 + \frac{A_c k}{\pi R h} + \frac{A_{ш} k_1}{L h} \right), \quad (2)$$

приравняв которые, найдем толщину гладкой оболочки:

$$h_o = h \left(1 + \frac{A_c k}{\pi R h} + \frac{A_{ш} k_1}{L h} \right), \quad (3)$$

где: h_o – толщина гладкой оболочки; A_c и $A_{ш}$ – площади поперечного сечения стрингеров и шпангоутов соответственно, k и k_1 – количество стрингеров и шпангоутов соответственно.

Введем безразмерные параметры критического внешнего давления \bar{q} для ребристой и гладкой:

$$\bar{q} = \frac{R^2}{E h^2} q_{кр}; \quad \bar{q}_o = \frac{R^2}{E h_o^2} q_{окр}. \quad (4)$$

Тогда критические нагрузки для ребристой и гладкой оболочек будут определяться выражениями:

$$q_{кр} = E \frac{h^2}{R^2} \bar{q}; \quad q_{окр} = E \frac{h_o^2}{R^2} \bar{q}_o = E \frac{h^2}{R^2} \bar{q}_o \left(1 + \frac{A_c k}{\pi R h} + \frac{A_{ш} k_1}{L h} \right)^2. \quad (5)$$

Подставляя (5) в (1), получим:

При проектировании сварных конструкций задача оценки устойчивости возникает, если в изделие входят длинные или тонкостенные элементы, нагружаемые в процессе эксплуатации преимущественно вдоль своей оси.

Решение задач устойчивости заключается в определении критических нагрузок, вызывающих потерю устойчивости, т.е. нагрузок, при воздействии которых конструкция становится неустойчивой, и формы потери устойчивости - характерной формы, связанной с поведением конструкции при потере устойчивости.

В большинстве программных пакетов конечно-элементного анализа по результатам расчета определяется коэффициент критической продольной нагрузки, который равен коэффициенту запаса прочности при потере устойчивости или отношению нагрузок потери устойчивости к приложенным нагрузкам. Исходя из вышесказанного, критическая нагрузка равна произведению приложенной нагрузки на данный коэффициент.

Оценив значение критической нагрузки, при котором конструкция может потерять устойчивость, можно оптимизировать изделие с целью достижения условий надежности.

В программных пакетах конечно-элементного анализа имеются два метода нахождения нагрузок, вызывающих потерю устойчивости и форму потери устойчивости: нелинейный расчет потери устойчивости и расчет потери устойчивости, связанный с вычислением собственных значений (линейный).

Нелинейный расчет потери устойчивости обычно обеспечивает более точное решение и использует нелинейный статический расчет с постепенным увеличением нагрузок для определения уровня нагрузок, при котором поведение модели становится неустойчивым. Использование нелинейных методов расчета позволяет включать в модель особенности, такие как начальные отклонения формы, пластические свойства материала, зазоры и поведение при больших перемещениях.

Расчет устойчивости при помощи собственных значений предсказывает теоретическое значение нагрузок, вызывающих потерю устойчивости, для идеальных упругих линейных моделей. Однако погрешности формы, существующие в реальных сварных конструкциях, препятствуют возможности практического применения подобных линейных методов и затрудняют их использование в повседневной практике инженерных расчетов.

УДК 621.791

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНДЕНСАТОРНОЙ МАШИНЫ
ДЛЯ КОНТАКТНОЙ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ

С. В. БОЛОТОВ, канд. техн. наук; И. В. КУРЛОВИЧ; Е. Л. БАНСЮКОВА
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Промышленное использование конденсаторных машин имеет ряд известных технологических и энергетических преимуществ, что обуславливает их применение при изготовлении изделий ответственного назначения в авиастроении, приборостроении и радиоэлектронике. Вместе с тем, в связи с высокой стоимостью, отечественный парк конденсаторных машин постепенно устаревает, не успевая за современными требованиями промышленности.

Возможным решением проблемы по обеспечению весьма жёстких требований к качеству сварного соединения и надёжности сварочных машин могла бы стать их модернизация. Функции оперативного контроля, диагностики оборудования, визуализации и протоколирования процессов сварки может решить система программного управления.

Экспериментальная установка реализована на основе программно-аппаратных средств Nation Instruments: устройства сбора данных NI USB-6251, среды графического программирования LabVIEW. На панели управления виртуального прибора расположены: переключатели режимов работы конденсаторной машины, регуляторы позиций сварочного цикла в стандартных, а не относительных единицах. Система предусматривает измерение и индикацию основных параметров процесса: напряжения зарядки конденсаторной батареи U_c , величины и осциллограммы сварочного тока $I_{св}$, продолжительности его протекания $t_{св}$. Хранение и архивирование большого объема данных о выполненных сварных соединениях с возможностью их удобного просмотра и распечатки.

Управление конденсаторной машиной осуществляется подачей управляющих сигналов на пневматические клапаны привода сжатия, зарядный и разрядный тиристоры устройством сбора данных NI USB-6251. Разработан блок согласования, обеспечивающий усиление и коммутацию сигналов управления. Для регистрации величины сварочного тока используется датчик тока ДТПХ-16000 на основе эффекта Холла.

Программное управление конденсаторной машиной позволяет реализовать различные циклограммы сварки, включая ток подогрева $i_{под}$ для стабилизации контактных сопротивлений и ток термообработки $i_{то}$ для повышения прочности и пластичности при сварке закаливаемых сталей.

Огнезащитные краски, лаки, эмали «затормаживают» воспламенение материалов, уменьшают распространение пламени по поверхности материалов, а также выполняют следующие функции: являются защитным слоем на поверхности материалов, поглощают тепло в результате разложения, выделяют ингибиторные газы, высвобождают воду, ускоряют образование коксового слоя на поверхности материала. Они подразделяются на две группы: не вспучивающиеся и вспучивающиеся. Не вспучивающиеся краски при нагревании не увеличивают толщину своего слоя. Вспучивающиеся краски при нагревании увеличивают толщину слоя в 10-40 раз. Как правило, вспучивающиеся краски более эффективны, так как при тепловых воздействиях происходит образование вспененного слоя, представляющего собой закоксованный расплав негорючих веществ (минеральный остаток).

Применительно к конструктивным элементам из фанеры и древесных пластиков могут использоваться следующие методы огнезащиты: пропитка листов шпона перед склеиванием; пропитка готовых клееных изделий антипиренами различными способами; пропитка листов шпона феноло-, креозоло-формальдегидными способами; окраска фанеры специальными огнезащитными красками; создание покрытий на основе терморезистивных смол.

УДК 539.3

ОБ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДКРЕПЛЕНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ
РЕБРИСТЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

А. Ю. ИГНАТОВ

Научный руководитель В. И. ИГНАТЮК, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Брест, Беларусь

Рассматривается ребристое цилиндрическое покрытие длиной L и радиусом R , которое представляет собой систему, состоящую из оболочки (тонкой многослойной обшивки) толщиной h и жёстко с ней соединённых по линиям контакта продольных (стрингеры) и кольцевых (шпангоуты) рёбер (рис. 1).

В. А. ИВАНОВ

Научный руководитель С. Д. МАКАРЕВИЧ

Научно-практический центр учреждения

«МОГИЛЕВСКОЕ ОБЛАСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МЧС РБ»

Могилев, Беларусь

Деревянные конструкции и по сей день находят широкое применение в строительстве. Быстро развивается изготовление клеевых конструкций в условиях заводского домостроения. Однако горючесть является серьезным недостатком, ограничивающим применение древесины в строительстве. Поэтому проведено много исследований, направленных на разработку средств и способов защиты древесины от огня.

Огнезащита предназначена для повышения фактического предела огнестойкости конструкций до требуемых значений и для ограничения предела распространения огня по ним, при этом обращается внимание на снижение, так называемых, побочных эффектов (дымообразования, выделения газообразных токсичных веществ). Эту задачу выполняют путем использования теплозащитных и теплопоглощающих экранов, специальных конструктивных решений, огнезащитных составов, технологических приемов и операций, а также применением материалов пониженной горючести.

Огнезащитное действие экранов основывается либо на их высокой сопротивляемости тепловым воздействиям при пожаре, сохранении в течение заданного времени теплофизических характеристик при высоких температурах, либо на их способности претерпевать структурные изменения при тепловых воздействиях с образованием коксоподобных пористых структур, для которых характерна высокая изолирующая способность. Расположение огнезащитных экранов может осуществляться либо непосредственно на поверхности защищаемых конструктивных элементов, либо на откосе с помощью специальных мембран-коробов, каркасов, закладных деталей.

Конструктивные методы огнезащиты включают обетонирование, обкладку кирпичом, оштукатуривание поверхности элементов конструкций, использование крупногабаритных листовых и плитных огнезащитных облицовок, применение огнезащитных конструктивных элементов (например, огнезащитных подвесных потолков), заполнение внутренних полостей конструкций, подбор необходимых сечений элементов, обеспечивающих требуемые значения пределов огнестойкости конструкций, разработку конструктивных решений узлов примыканий, сопряжений и соединений конструкций и др.

Е. В. ИГНАТОВА

Научный руководитель Ю. А. ЦУМАРЕВ, канд. техн. наук, доц.

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Пайка является технологическим процессом, который широко применяется в различных областях техники. Особенностью пайки является большое разнообразие применяемых конструктивных форм, что затрудняет обоснованный выбор того или иного соединения при проектировании изделий. Анализ литературных данных показывает, что в практике пайки наиболее широко применяются нахлесточные соединения, что обусловлено их конструктивной простотой и возможностью повышения прочности за счет увеличения длины нахлестки. Однако нахлесточные соединения характеризуются значительной концентрацией рабочих напряжений не только у краев паяного шва, но и в основном материале. По мнению авторов, паяные соединения стыкового типа с двусторонними накладками также обладают конструктивной простотой и значительными возможностями повышения прочности путем увеличения суммарной толщины используемых накладок. Поэтому для обоснованного выбора того или иного типа паяного соединения необходима сравнительная информация не только по показателям работоспособности, но и по их экономичности. Показатели экономичности при этом можно оценить по массе конструкции и расходу припоя.

Для получения необходимых сравнительных данных методом конечных элементов были проведены расчеты соединений различных конструкций. Кроме нахлесточных и традиционных стыковых соединений с прямоугольными накладками были исследованы накладки в виде круглых дисков, а также соединения с двусторонними накладками в виде шаровых сегментов. Было установлено, что соединения с накладками имеют значительно меньший уровень рабочих напряжений в паяных швах, а также в основном материале. При этом по показателю общей массы паяные соединения с накладками в виде круглых дисков практически не уступают нахлесточным, а накладки в виде шаровых сегментов даже превосходят последние. Расход припоя на изготовление соединений с двусторонними накладками в 1,55 раза выше, чем у нахлесточных соединений. Однако в соединениях с накладками может быть реализован способ повышения экономичности, основанный на одновременном использовании более дорогого тугоплавкого припоя для стыкового паяного шва и менее дорогого легкоплавкого припоя для пайки остальных паяных швов.

УДК 621.79.01
ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ ОБРАТНОЙ ПОЛЯРНОСТИ
ДЛЯ ПЛАЗМЕННОЙ СВАРКИ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Т. Р. ИЛЬЯСОВ, Э. А. ГИМАТДИНОВ
Научный руководитель Р. Ш. САДРИЕВ, канд. тех. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КАМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
АКАДЕМИЯ»
Набережные Челны, Россия

Проведенные исследования по изучению процесса горения электрической дуги обратной полярности имеют важное значение для разработки способа и аппаратуры плазменной сварки дугой обратной полярности.

Сущность способа состоит в том, что между электродами плазматрона в потоке плазмообразующего газа непрерывно горит дежурная дуга постоянного тока, создающая в промежутке электрод – изделие факел плазмы. При подаче на сопло горелки положительного относительно изделия полупериода напряжения между электродом и изделием формируется дуга обратной полярности с нестационарным катодным пятном. В течение этого полупериода происходит разрушение окисной пленки на кромках свариваемого изделия. Затем на медный электрод горелки поступает отрицательный относительно изделия полупериод напряжения. При этом формируется плазменная дуга с большой плотностью энергии, достаточной для плавления, и, таким образом, осуществляется сварка металлов, имеющих на поверхности тугоплавкие окисные пленки.

Режим дежурной дуги и величины токов в различные полупериоды являются важными технологическими параметрами, оптимальный выбор которых обеспечивает стабильность процесса сварки цветных металлов и хорошее качество сварного соединения.

Следует отметить, что нестационарное катодное пятно в процессе своего блуждания не только очищает открытые поверхности изделия, но и проникает в зазор между свариваемыми кромками, обеспечивая получение высококачественного сварного соединения без окисных включений. Это свойство пятна проникать в щели, трещины, поры, раковины и т. п. было использовано при разработке способа заварки дефектов в различных металлах, в том числе и алюминии. В начале процесса дефектный участок изделия (в том числе внутренние полости дефектов) очищается от окисной пленки и других загрязнений дугой обратной полярности, горячей между электродом и изделием. По окончании очистки наступает вторая стадия процесса – заплата дефекта по способу сварки на переменном токе.

УДК 624.01/.04
ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕННОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ,
ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ АГРЕССИВНОСТИ СРЕДЫ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Е. И. ЗДИТОВЕЦ, Е. В. ЕВТУХОВА
Научный руководитель А. А. ВАСИЛЬЕВ, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
Гомель, Беларусь

В процессе эксплуатации элементы и конструкции зданий и сооружений подвергаются различным видам повреждений. Оценка повреждений – основа диагностики технического состояния конструкций. Анализ поврежденности дает возможность выявить наиболее встречаемые повреждения, оценить их значимость и значительность.

На базе результатов многолетних обследований зданий сельскохозяйственного назначения, выполненных НИЛ «Строительные конструкции, основания и фундаменты» имени д. т. н., профессора И.А. Кудрявцева, была выполнена оценка поврежденности всех типов железобетонных элементов кровников.

В результате обследования были выявлены многочисленные повреждения железобетонных элементов (от малозначительных до критических). Они были сгруппированы и классифицированы по всем возможным типам и видам для каждого элемента в отдельности, оценена в процентном отношении их повторяемость. Определено процентное отношение коррозионных повреждений бетона и арматуры к общему количеству выявленных повреждений.

Так, при анализе поврежденности железобетонных колонн крайних и средних рядов здания для откорма КРС, расположенного в н.п. Чехи Наровлянского района КУП «Владимировский – Головчицы» выявленные повреждения всех колонн сгруппированы и классифицированы по 59 наименованиям, определено количественное соотношение каждого повреждения в процентах.

Анализ повреждений показал, что из общего количества наиболее часто встречаются повреждения, вызванные коррозионными процессами в бетоне и (или) арматуре – 78,5 %. Трещины различного характера составляют 19,9 %, сколы – 3,7 % и размораживание бетона защитного слоя – 9,3 % выявленных повреждений.

Таким образом, коррозия бетонных и железобетонных элементов является одним из наиболее важных и распространенных повреждений, влияющих на длительность и безопасность эксплуатации зданий и сооружений.

УДК 624.012.35

УСИЛЕНИЕ НАРАЩИВАНИЕМ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ
ПЕРЕКРЫТИЯ, ОПЕРТЫХ ПО КОНТУРУ

П. П. ЖУКЬЯН

Научный руководитель Д. Н. ЛАЗОВСКИЙ, д-р техн. наук, проф.

Учреждение образования

«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Новополоцк, Беларусь

За последние 50 лет большое распространение в гражданском строительстве, наряду с динамично развивающимся монолитным домостроением, получили крупнопанельные здания. Дефекты и повреждения ухудшают эксплуатационные качества перекрытий в связи с уменьшением жесткости и возрастанием прогибов. Кроме того, также создаются условия для проникновения влаги и агрессивных газов к стальной арматуре, что способствует возникновению и развитию в ней коррозии.

Исследование напряженно-деформированного состояния железобетонных плит перекрытия, опертых по контуру, усиленных наращиванием бетона сжатой зоны, как одного из эффективных методов усиления, является весьма актуальной задачей. Актуальность этой проблемы также обусловлена массовым и всё ещё возрастающим объемом строительства крупнопанельных зданий.

Наращивание изгибаемых конструкций сверху производится, в основном, при необходимости значительного увеличения несущей способности конструкции и осуществляется бетонированием поверху утолщающей плиты. Набетонка увеличивает плечо внутренней пары сил, следовательно, увеличивает и несущую способность плит при условии идеального сцепления нового бетона со старым.

Проведены экспериментальные исследования усиления увеличением поперечного сечения в сжатой зоне дополнительным бетоном плит опертых по контуру, которые подтвердили эффективность исследуемого способа усиления.

Экспериментально установлен характер образования трещин усиленных наращиванием со стороны верхней грани железобетонных плит, опертых по контуру, в том числе при усилении под нагрузкой.

Получены новые экспериментальные данные о прочности, жесткости и трещиностойкости плит, опертых по контуру, усиленных наращиванием бетона сжатой зоны, в том числе и под нагрузкой.

Полученные результаты экспериментальных исследований могут служить предпосылкой для совершенствования методов расчета усиленных наращиванием бетона плит перекрытия, опертых по контуру.

УДК 621.791

ВОЗМОЖНОСТЬ УЧАСТИЯ АТОМАРНЫХ ГАЗОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ
В ПРОЦЕССЕ СВАРКИ, В ВОЗГОРАНИИ МАТЕРИАЛОВ

П. В. КИРЕЕВ

Научный руководитель В. П. КУЛИКОВ, д-р техн. наук, проф.

Государственного учреждения высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Вопросы безопасного проведения сварочных работ были актуальны всегда, однако до сих пор изучены в недостаточной степени из-за сложности процессов, сопровождающих электросварку. Во многом это также объясняется одновременным протеканием ряда химических реакций с образованием промежуточных продуктов, об участии которых в этих процессах можно говорить только с той или иной степенью вероятности вследствие кратковременности их существования и, следовательно, трудностью их экспериментального обнаружения. Однако с точки зрения химической термодинамики вероятность образования тех или иных даже короткоживущих и неустойчивых веществ может быть оценена с использованием термодинамических характеристик веществ, вступающих в данную химическую реакцию, и образующихся в результате этого процесса.

Целью данной работы было изучить возможность использования термодинамического подхода к описанию процессов, сопровождающих электросварку.

Образование в процессе электросварки такого химически активного вещества, как атомарный кислород, общеизвестно [1, 2]. Наряду с этим в воздухе содержится большое количество (около 80 объемн. %) молекулярного азота, химически неактивного в обычных условиях, но который при действии электрического разряда и при пониженном давлении способен образовывать активный азот – смесь возбужденных молекул и атомов азота [3]. Таким образом, вполне логично предположить участие атомарных кислорода и азота в процессе электросварки и их воздействие на окружающие предметы. Интерес к реакциям с участием атомарных газов обусловлен еще и тем, что с точки зрения химической кинетики, занимающейся изучением скоростей химических реакций, они гораздо легче вступают в реакции. Такие реакции характеризуются высокими скоростями, так как энергии активации реакций с участием свободных атомов обычно весьма малы, часто – близки к нулю [1].

Авторами был проведен расчет теоретической возможности протекания различных реакций с участием атомарных азота и кислорода по термодинамическим характеристикам веществ [4]. Для этого в качестве количе-

ственного критерия возможности самопроизвольного протекания предполагаемых процессов служила величина изменения изобарно-изотермического потенциала ΔG°_T :

$$\Delta G^{\circ}_T = \Delta H^{\circ}_T - T\Delta S^{\circ}_T,$$

где ΔH°_T – тепловой эффект процесса, ΔS°_T – изменение энтропии процесса

Поскольку реальные количества образующихся атомарных газов в силу объективных причин трудно экспериментально определить, расчет проводили при стандартном давлении. Такой подход позволяет установить температурный интервал, в котором данный процесс между известными веществами приведет к образованию предполагаемых продуктов реакции [5]. Проведенные расчеты показали, что для реакций между атомарными азотом и кислородом, атомарным азотом и озоном, атомарным азотом и углекислым газом характерны большие отрицательные значения ΔG°_T в широком интервале температур, что свидетельствует о достаточно высокой вероятности протекания этих реакций. Более того, эти расчеты свидетельствуют о больших значениях (порядка тысяч кДж) теплоты, выделяющейся при таких процессах, что может провоцировать возгорание окружающих предметов.

Безусловно, рассмотренный в данной работе механизм развития электросварочного процесса является не единственно возможным, а одним из вероятно возможных, наряду с другими в большей или меньшей степени вероятными процессами. Дальнейшие исследования в данном направлении позволят уточнить данный подход к изучаемой проблеме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Некрасов, Б. В. Основы общей химии / Б. В. Некрасов. – 3-е изд., исправл. и доп. : в 2 т. – Москва : Химия, 1974. – Т. 1. – 688 с.
2. Курс физической химии: учебник для вузов / Под общ. ред. Я. И. Герасимова. – 2-е изд., исправл. : в 2 т. – Москва : Химия, 1973.
3. Химическая энциклопедия : в 5 т. – М. : Сов. энциклопедия, 1988. – Т. 1. – С. 59.
4. Волков, А. И. Большой химический справочник / А. И. Волков, И. М. Жарский. – Минск : Современная школа, 2005. – С. 278–323.
5. Поляченко, О. Г. Физическая и коллоидная химия. Практикум: учеб. пособие для студентов химич. и технологич. специальностей / О. Г. Поляченко, Л. Д. Поляченко. – Минск : БГТУ, 2006. – 380 с.

УДК 624.016

ВЛИЯНИЕ УЧЕТА ДЕФОРМИРОВАННОЙ ГЕОМЕТРИИ НА УСИЛИЯ И ДЕФОРМАЦИИ ПОЛОГИХ ГИБКИХ АРОК

Д. А. ЖДАНОВ

Научный руководитель В. П. УЛАСЕВИЧ, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Брест, Беларусь

Изложены исследования, посвященные одному из приоритетных и актуальных направлений строительной механики – совершенствованию теории деформационного расчета пологих арочных систем.

Математическая модель алгоритма численного решения пологих гибких арок рационального очертания в деформированном состоянии построена на аналитических решениях уравнений в замкнутом виде, полученных и численно реализованных авторами в программе для компьютера DragCAD.

В процессе численных исследований получены следующие результаты:

– доказано, что разработанная авторами математическая модель анализа, заложенная в алгоритме согласно [1], обладает высокой точностью;

– показано, что алгоритм и программа расчета арок DragCAD обладают универсальностью учета силовых, конструктивных и других параметров: произвольная функция нагрузки на арку представлена эквивалентным ей дискретным массивом сосредоточенных сил; возможен расчет на температурные воздействия и усилия предварительного напряжения; имеется возможность моделировать произвольное сопряжение пролета арки с опорами; допускается принять за исходное любое из возможных деформированных состояний, в которых могут находиться арки в процессе их деформирования;

– используя программу DragCAD в качестве инструмента исследователя, авторами выполнены численные исследования, в результате которых определены зависимости, описывающие влияние соотношений геометрических, жесткостных и силовых параметров арок на их напряженно-деформированное состояние, и представлены в форме трехмерных графиков.

Авторами доказано, что расчет пологих гибких арок по деформированной схеме позволяет решить задачу обо всех возможных для них предельных состояниях под эксплуатационными силовыми воздействиями, в том числе и об их устойчивости. Это дает возможность отыскать оптимальные состояния арок, обеспечивающие их надежность при минимальной материалоемкости, в том числе и на подвижную нагрузку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Уласевич, В. П. К оценке влияния геометрической нелинейности на напряженно-деформированное состояние пологих арок / В. П. Уласевич, Д. А. Жданов // Вестн. БрГТУ. – 2011. – № 1(67) Строительство и архитектура. – С. 78–89.

Для анализа принят трехуровневый, трехфакторный план эксперимента. Выбранные факторы и интервалы варьирования приведены в табл. 1.

Относительный эксцентриситет выбран таким образом, чтобы охватить три варианта приложения силы: случай центрального сжатия, внецентренного сжатия с малым эксцентриситетом и внецентренного сжатия с большим эксцентриситетом.

Табл. 1. Факторы варьирования

Факторы Y серии, которые исследуются		Уровни варьирования			Интервал варьирования
Код	Натуральные значения	«-1»	«0»	«1»	
X ₁	Угол откола Θ , градусы	0	30	60	30
X ₂	Высота откола b ₁ , см	2,5	7,5	12,5	5
X ₃	Относительный эксцентриситет e ₀ /h	0	1/2	1	1/2

Для изготовления образцов был выбран бетон класса В 25 из бетоносмесительного узла ООО «Югстрой» со следующими характеристиками компонентов: песок из Вознесенского карьера средней фракции, щебень 5...20 мм, цемент Николаевского цементного завода. Армирование выполнялось в виде вязаных каркасов. Рабочая арматура А III Ø16, поперечные хомуты – А 240с Ø6, по торцам размещено по 4 сварные сетки с шагом 60 мм. Схема армирования представлена на рис. 1, б.

Выполнялось тензометрирование. На рабочую арматуру наклеивались датчики типа КФ-5. Каждый арматурный стержень в месте приклеивания тензорезистора зачищался шлифовальной машиной, затем напильником и мелкой наждачной бумагой. После зачистки места наклейки тензорезисторов очищались от пыли и обезжиривались ацетоном.

Следующим этапом подготовки была грунтовка поверхности, которая образует промежуточный клеевой слой, повышающий адгезию при последующей наклейке резисторов. В нашем случае – использовался клей БФ – 2, который является термоактивным клеем. Поэтому, в течение 10 часов он сушился при температуре 140–160 °С.

На подготовленные участки кистью наносился тонкий слой клея Сiа-поfix, одновременно такой же слой наносят на контактную поверхность основы тензорезистора.

К наклеенному датчику припаивались проводки. Место припайки покрывалось лаком. Весь датчик герметизировался во избежание попадания влаги при бетонировании.

Последующими действиями на пути к поставленным целям будет испытание экспериментальных образцов на прессе с последующим анализом полученных результатов.

УДК 621.791.763
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА СВАРКИ И СОСТАВА ЗАЩИТНОЙ ГАЗОВОЙ СМЕСИ НА ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СВАРНОГО ШВА ПРИ СВАРКЕ В СРЕДЕ Ar+CO₂

А. О. КОРОТЕЕВ

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

Проведённый обзор литературных источников показал, что, хотя сварка в смеси является весьма перспективным процессом и всё большее количество предприятий переходят на её использование вместо сварки в углекислом газе, существует недостаточно сведений об её особенностях. В статьях приводятся общие выводы ознакомительного характера. Недостаточно сведений о зависимости геометрических параметров сварных швов от режимов сварки и оптимальном составе защитной газовой смеси. Проведённые исследования, как правило, основаны на математических моделях, и, зачастую, дают достаточно большую погрешность при сравнении с экспериментальными данными.

Целью экспериментальных исследований являлось определение оптимальных значений параметров режима сварки, обеспечивающих получение сварных швов без выпуклости или с минимальной высотой валика. По результатам экспериментов построены соответствующие графические зависимости.

Также проведены исследования влияния соотношения компонентов защитной газовой смеси на геометрические параметры сварного шва. С помощью смесителя, количество CO₂ изменялось от 25 % до нуля. Полученная зависимость свидетельствует о наличии определённого минимума среди значений высоты валика шва, после чего она вновь начинает расти. Это минимальное значение находится в районе 15 % CO₂ в смеси. Это позволяет предположить, что, при учёте только требуемых геометрических параметров сварных швов, существует некий оптимальный вариант, с содержанием в смеси около 15 % CO₂.

Анализ результатов показал, что во всех случаях швы обладали значительно меньшей высотой валика при большей его ширине по сравнению со сваркой в чистом CO₂, что свидетельствует о рассредоточенном вводе тепла в основной металл. Этому способствуют процессы рекомбинации окиси углерода, а также, блуждание активного пятна дуги по поверхности сварочной ванны.

Полученные результаты прошли производственную апробацию при изготовлении каркасов автобусов МАЗ на Дзержинском экспериментально-механическом заводе.

УДК 621.791

СВОЙСТВА ПЛАМЕНИ ПРИ СГОРАНИИ ГАЗА МАФ
(МЕТИЛАЦЕТИЛЕН-АЛЛЕНОВАЯ ФРАКЦИЯ)
В СМЕСИ С КИСЛОРОДОМ

А. В. ЛИПКОВА

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

Все горючие газы, содержащие углеводороды, образуют пламя со светящимся ядром внутри. Строение пламени при горении углеводородов в кислороде или воздухе характеризуется наличием трех зон: ядра, средней зоны (восстановительная), факела (окислительная). Форма, вид и относительные размеры этих зон зависят от соотношения кислорода (V_k) и горючего газа (V_r) в смеси, т.е. регулирования пламени, характеризуемого коэффициентом β . По относительным размерам и очертанию зон, зависящих от соотношения горючего газа и кислорода в смеси, выходящей из мундштука сварочной горелки, пламя принято делить на нормальное, окислительное и науглероживающее.

Горение смеси горючий газ-кислород происходит в две фазы. Первая фаза – неполное сгорание протекает за счет кислорода, подаваемого в горелку из баллона. Вторая фаза – полное сгорание или догорание протекает за счет кислорода окружающего воздуха.

Теоретический расчет показал, что для полного сгорания 1 м^3 газа МАФ необходимо $4,2 \text{ м}^3$ кислорода. Т.к первая фаза горения характеризуется образованием CO и H_2 , выделяющийся в результате распада углерод окисляется находящимся в смеси кислородом. Продукты данной фазы определяют состав второй зоны пламени. Из расчетов следует, что для сгорания газа МАФ в CO и H_2 на один объем газа МАФ требуется 1,5 объема кислорода, поступающего из горелки. Однако практически (по данным потребителей газа) оптимальное соотношение установлено как $2,3 \div 2,5$. Полное догорание продуктов первой фазы происходит, в том числе за счет кислорода окружающего воздуха, в соотношении $1 : 2,7$.

Таким образом, существует необходимость практически установить коэффициент β , который позволит оптимизировать соотношение объемов кислорода к газу МАФ.

УДК 624.012.41

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО
СОСТОЯНИЯ И ПРОЧНОСТИ ПОВРЕЖДЕННЫХ КОСОСЖАТЫХ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Т. А. ДУДЕНКО

Научный руководитель Е. В. КЛИМЕНКО, д-р техн. наук, проф.
«ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И
АРХИТЕКТУРЫ»
Одесса, Украина

В настоящее время большая часть зданий старой постройки нуждается в ремонте и реконструкции. Ненадлежащая эксплуатация, а так же не своевременное проведение периодических и капитальных ремонтов приводят к ухудшению общего состояния здания и его отдельных несущих элементов, в частности, таких как стойки, колонны, элементы ферм. В связи с этим актуальна проблема их реконструкции и усиления.

Целью работы является изучение напряженно-деформированного состояния поврежденных элементов, которые работают на косое сжатие, внецентренное сжатие, определение их несущей способности, рассмотрение влияния выбранных факторов на работу железобетонного элемента.

Для достижения поставленных целей планируется выполнить анализ полученных результатов натурного и численного эксперимента. Для проведения натурного эксперимента изготовлено 17 экспериментальных образцов. Численный эксперимент проводится с помощью ПК Лира 9.6. Обработка результатов будет осуществляться с помощью ПК СОМРЕХ.

Объектом исследований являются железобетонные образцы с размерами сечения $200 \times 250 \text{ мм}$ и высотой 1200 мм . Искусственное повреждение располагается в средней трети столбика (рис. 1, а).

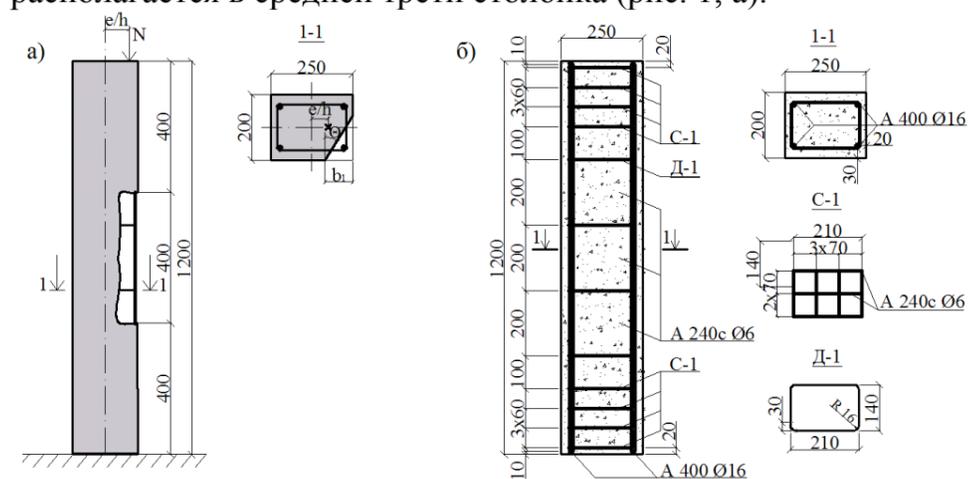


Рис.1. Опытный образец: а – общий вид поврежденного элемента; б – схема армирования

УДК 624.012
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОСОСЖИМАЕМЫХ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ДЕЙСТВИИ
МАЛОЦИКЛОВЫХ НАГРУЗОК В РЕАЛЬНОМ РЕЖИМЕ ЭКСПЛУА-
ТАЦИИ

О. Н. ДОВБАКА

Научный руководитель Св. Св. ГОМОН, канд. техн. наук, доц.
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»
Ровно, Украина

Для исследований было изготовлено 6 железобетонных колонн прямоугольного сечения с такими размерами: высотой $h = 16$ см, шириной $b = 11$ см, длиной $l = 300$ см с одинаковым армированием, 6 призм размерами $10 \times 10 \times 60$ см. Образцы изготовлены из бетона класса В20. Колонны армированы продольной рабочей арматурой $\varnothing 12$ А400.

Кратковременной статической нагрузкой были испытаны три колонны и определена их прочность. Три следующие колонны испытывались малоцикловой повторной кратковременной нагрузкой, верхний уровень которой составлял 0,6 от разрушительной нагрузки ($\eta_{\text{сyc}} \approx 0,6$, где $\eta_{\text{сyc}}$ – верхний уровень малоциклового повторных нагрузок). Нижний уровень нагрузки принимался равным $\eta_{\text{сyc}} = 0,3$. Нагружение и разгрузку образцов в циклах осуществляли постепенно ступенями, величина которых принималась 0,1 от разрушительной нагрузки. Эксцентриситет при этом составлял $e_{\text{ox}} = 28$ мм; $e_{\text{oy}} = 33$ мм.

При этом были исследованы следующие параметры: деформирование бетона и арматуры, прогибы, положение нейтральной оси, несущая способность.

По результатам исследований можно сделать следующие выводы.

1. Получены новые экспериментальные данные работы кососжимаемых железобетонных конструкций при малоцикловых нагрузках.
2. Развитие и стабилизация деформаций зависит от верхнего уровня малоциклового нагружения.
3. При повторных малоцикловых нагрузках в реальном режиме работы стабилизация основных параметров напряженно-деформированного состояния происходит после 5–7 циклов нагружения.
4. Малоциклового нагружения увеличивают прогибы на 10–15 %. Развитие прогибов стабилизируется на 5–6 цикле.

УДК 621.791.01; 621.791.03
ДОПУСТИМАЯ ШИРИНА ЗОНЫ ПОВРЕЖДЕНИЯ ЦИНКОВОГО
ПОКРЫТИЯ СВАРКОЙ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ АНОДНОЙ ЗАЩИТЫ

А. В. ЛУПАЧЁВ

Научный руководитель С. К. ПАВЛЮК, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Дуговая сварка и пайка оцинкованных сталей вызывает полное или частичное разрушение цинкового покрытия в зоне, прилегающей к шву, что может привести к потере или снижению коррозионной стойкости соединения. В работе экспериментально определена допустимая максимальная ширина зоны разрушения цинкового покрытия, при которой сохраняется действие анодной (протекторной) защиты. Изучена топография электродных потенциалов и гальванических токов сварных соединений, находящихся под воздействием агрессивной среды и установлено, что само наличие зоны разрушения покрытия не означает потерю коррозионной стойкости, поскольку определяющим является ширина этой зоны.

Впервые сформулировано и экспериментально подтверждено условие приближения коррозионной стойкости сварного соединения к стойкости основного металла, которое состоит в том, что стойкость соединения обеспечивается, если ширина зоны повреждения $b_{\text{п}}$ от воздействия термического цикла сварки и пайки меньше ширины зоны анодной защиты ($b_{\text{п}} < b_{\text{аз}} = 1,2\text{--}1,4$ мм), если металл шва стоек к коррозии, в противном случае условие коррозионной стойкости не выполняется ($2b_{\text{п}} + b_{\text{шва}} > b_{\text{аз}}$), при этом коррозии подвергается не только цинковое покрытие, но также и основной металл — сталь в свободной от цинкового покрытия зоне. При сварке стальными электродами в незащищенную зону включается и металл шва $b_{\text{шва}}$, поэтому низкой коррозионной стойкостью обладают соединения, выполненные с использованием электродных проволок на основе железа.

В 0,75%-м водном растворе HCl+NaCl более стойки соединения, выполненные электродными проволоками на основе меди (CuSi3, CuAl8). Наиболее стойки соединения, выполненные проволоками на основе алюминия (AlSi5) и цинка (ZnAl4), с минимальным повреждением покрытия ($2b_{\text{п}} < b_{\text{аз}}$) и малой разностью электродных потенциалов ($< 0,1$ В). Проволоки из медных сплавов марок CuSi3 и CuAl8 не решают проблему сохранения коррозионной стойкости сварных соединений оцинкованных сталей при воздействии среды с $\text{pH} \geq 8$ и, как и швы на основе железа, требуют дополнительной послесварочной обработки цинкосодержащими составами.

УДК 621.791:621.643

ПРИЧИНЫ ОСТАТОЧНОГО МАГНЕТИЗМА
МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

М. В. МЕЛЬНИК

Учреждение образования
«МОЗЫРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени И.П. Шамякина»
Мозырь, Беларусь

Магнитная сила, действующая на сварочную дугу, приводит к искривлению ее траектории. Дуга отклоняется, как правило, вдоль места подготовки под сварку, но при этом вокруг дуги создается свое магнитное поле, в результате дуга ведет себя неустойчиво и в жестких условиях полностью срывается.

Влияние магнитного поля на сварочную дугу зависит не только от его напряженности, но и от формы и глубины места подготовки под сварку, конкретного прохода при сварке и напряжения на дуге. Таким образом, влияние магнитных полей сильнее всего проявляется в глубоких и узких местах подготовки под сварку. Как правило, это влияние сильнее при заварке корня шва, а при последующих проходах магнитный поток шунтируется наплавленным металлом.

Опыт проведения сварочных работ показывает, что при наличии остаточного магнитного поля труб не представляется возможным получить устойчивое горение дуги при индукции более 2 мТл.

На участках подготовки под сварку магнитная индукция всегда выше, чем на открытом конце стального образца. Магнитные поля, вызывающие неуправляемое отклонение сварочной дуги, обычно классифицируются по направлению воздействия на сварочную дугу. Продольное поле считается параллельным оси дуги, поперечное – перпендикулярно к направлению сварки, а параллельное – расположено в направлении сварки.

Повышенная остаточная намагниченность может быть обнаружена при сварочных работах, при сборке отдельных деталей или узлов, ранее не имевших значительной остаточной намагниченности. Чаще всего это бывает в тех случаях, когда при сборке используют магнитную оснастку.

Магнитное дутье дуги при сварке на переменном токе значительно меньше, чем при сварке на постоянном токе. Переменный ток дуги индуцирует переменные вихревые токи в свариваемом изделии, которые, в свою очередь, создают магнитное поле, противоположное полю дуги, что значительно ослабляет магнитное дутье.

Подготовка соединяемых деталей под сварку может вызвать резкий рост магнитного поля в зазоре между этими деталями.

УДК 691.

КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ СОВМЕЩЕННЫХ РУЛОННЫХ
КРОВЕЛЬ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВСПУЧЕННОГО
ПЕНОПОЛИУРЕТАНА В УСЛОВИЯХ
СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ

Н. П. ДИМИТРИАДИ

Научный руководитель И. Л. ОПАНАСЮК, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Ограждающие конструкции зданий и сооружений, построенных до 1994 года с учетом требований СНиП II -3-79 «Нормы проектирования. Строительная теплотехника» не удовлетворяют современным требованиям ТКП 45-2.04-43-2006 «Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования».

Повышенные требования к сопротивлению теплопередачи ограждающих конструкций стен ($R_{T,НОРМ}=3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C}/\text{ккал}$), совмещенным покрытиям, чердачным перекрытиям и перекрытиям над проездами ($R_{T,НОРМ}=6 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C}/\text{ккал}$) при капитальном ремонте жилого фонда старой застройки, а также общественных и промышленных зданий, требуют выполнения работ по тепловой реанимации этих конструкций. Конструкции наружных стен дополнительно утепляют теплоизоляционными материалами по различным конструктивным схемам, что обеспечивает их требуемую теплопроводность.

Для конструкций совмещенных мягких рулонных кровель этот подход не приемлем из-за возможной перегрузки элементов покрытий зданий, отсутствия соответствующей нормативной базы и опробованных в производственных условиях рациональных технических решений.

Капитальный ремонт мягких рулонных кровель осуществляется, как правило, с заменой всех ее слоев, в том числе и утеплителя.

Одним из направлений решения этой проблемы является применение в условиях строительной площадки вспученного пенополиуретана.

Напыление в условиях строительной площадки на отремонтированный гидроизоляционный ковер мягкой рулонной кровли вспученного пенополиуретана толщиной 60–80 мм позволяет существенно снизить объемы ремонтных работ при обеспечении требуемых теплотехнических показателей покрытия.

Выполненные исследования показывают, что эффективность такого технического решения достигается за счет ликвидации работ по разборке оснований под мягкую рулонную кровлю (стяжки) и существующих утепляющих слоев из неэффективных утеплителей.

Стоимость выполнения таких работ ниже на 35–40 % по сравнению с полной заменой мягкой рулонной кровли при ее капитальном ремонте.

УДК 621.762.4

РОТОРНАЯ МЕЛЬНИЦА ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ
РАЗЛИЧНЫХ ОТХОДОВ

Е. И. ДЕРМАН

Научный руководитель В. М. БЛАГОДАРНЫЙ, д-р техн. наук, проф.

Учреждение образования

«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Барановичи, Беларусь

Для измельчения различных отходов существует целый ряд дробилок и мельниц. Выбор оборудования для измельчения, дробления и истирания обуславливается свойствами исходного сырья: твердостью, прочностью, влажностью, жирностью и, как следствие, склонностью к самоизмельчению и некоторыми другими. Для хрупких и твердых материалов используются щековые дробилки, роторные мельницы, дисковые мельницы, а для мягких, волокнистых и пастообразных материалов – ножевые и режущие мельницы.

Роторные мельницы используются в лабораториях или на экспериментальных производствах как для предварительного, так и для тонкого измельчения.

Выбор конкретного ротора и кольцевых сит зависит от свойств материала, начального размера частиц и требуемой конечной тонкости, а также типа последующего анализа. Размер ячеек сита определяется требуемой конечной тонкостью и свойствами измельчаемого материала. Роторы и сита различных типов изготавливают из различных материалов. Для измельчения абразивных материалов, например, удобрений применяют роторы и сита с износостойким покрытием. В свою очередь, для измельчения без намола неабразивных материалов рекомендуется использовать роторы и кольцевые сита из титана.

В данном докладе представлена роторная мельница. Измельчение в мельнице происходит за счет воздействий удара и резки. Измельчаемый материал поступает в загрузочный бункер, откуда он попадает в центр размольной камеры, где размалывается резцами, закрепленными на роторе, а также от столкновения со стенками камеры, на которых установлены трапецеидальные ножи. Как только размер частиц измельчаемого материала становится меньше размера ячейки сита, материал проходит через сито и поступает в приемный бункер. Благодаря высокой скорости вращения ротора мельница может измельчать большое количество материала за короткое время. Мельница приводится в движение при помощи электродвигателя, который через ременную передачу вращает ротор.

Главным преимуществом данной мельницы является одновременное применение воздействий удара и резки, что позволяет измельчать как хрупкие и твердые материалы, так и мягкие, волокнистые материалы.

УДК 621.791.763.2

О ВНЕШНЕМ УПРАВЛЕНИИ ПАРАМЕТРАМИ РЕЖИМА
КОНТАКТНОЙ РЕЛЬЕФНОЙ СВАРКИ

А. Ю. ПОЛЯКОВ, Н. М. МИХАЙЛОВА

Научный руководитель С. М. ФУРМАНОВ, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Использование в единой связке аналого-цифрового преобразователя NATIONAL INSTRUMENTS и программной среды LABVIEW позволяет в процессе контактной рельефной сварки осуществлять непосредственно внешнее управление параметрами режима и их регистрацию.

Устройство сбора данных при включении сварочного тока фиксирует быстропротекающие сигналы сварочного тока, напряжения между электродами и перемещения подвижного электрода контактной машины. Затем полученные сигналы автоматически обрабатываются в программной среде LABVIEW, и строятся в виде графика R-U характеристика. Определяемые по ней напряжения размягчения U_p и плавления $U_{пл}$ являются параметрами, характеризующими качество сварки.

Метод оптимизации рельефной сварки основывается на использовании R-U характеристик с целью повышения прочности получаемого сварного соединения. При этом необходимо обеспечить точность и надежность прогнозирования качества сварки за счет анализа динамических параметров процесса, таких как изменение сварочного тока, напряжения между электродами во время сварки и общего сопротивления межэлектродной зоны.

Выявлено, что с увеличением сварочного тока размеры и прочность рельефных соединений растут, однако этот рост ограничивается возникновением выплесков. В начале процесса смятия рельефа часть приложенного усилия идет на ускорение подвижных частей привода, что приводит к уменьшению сварочного усилия. Смятие рельефа протекает за короткий промежуток времени и сопровождается значительными ускорениями подвижных частей привода (1,5 g и более). Этим объясняется целесообразность использования при оптимизации в качестве информативных параметров также скорости и ускорения перемещения подвижного электрода.

Полученные выводы нашли практическое применение при совершенствовании процесса рельефной сварки ступенчатых соединений, при котором происходит значительное перемещение подвижного электрода при осадке рельефов, что должно предъявлять к приводам давления рельефных машин высокие динамические требования. Увеличенные перемещение, скорость и ускорение перемещения подвижного электрода при рельефной сварке многослойных пакетов можно использовать как необходимые сигналы обратной связи для корректировки сигналов внешнего управления параметрами режима сварки.

УДК 621.791.763.2
О КИНЕТИКЕ ФОРМИРОВАНИЯ И ВЫБОРЕ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА
РЕЛЬЕФНОЙ СВАРКИ СТУПЕНЧАТЫХ СОЕДИНЕНИЙ

С. М. ФУРМАНОВ, С. И. ЛЯЛИХОВ

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

При контактной рельефной сварке ступенчатых соединений трех и более деталей сопротивление и падение напряжения на межэлектродном промежутке, величина и время протекания сварочного тока значительно отличаются от величин, установленных для рельефной сварки двух деталей. Главной проблемой при этом является резкое снижение стабильности протекания процесса сварки с увеличением количества соединяемых деталей.

Исследование кинетики формирования ступенчатых соединений производилось с помощью программного продукта MSC.MARC. Разработанная математическая модель термоупругопластического деформирования металла зоны сварного соединения учитывает особенности нагрева деталей и электродов при прохождении электрического тока, характер неизотермического упругопластического деформирования, зависимости теплофизических и механических свойств материалов от температуры, скрытую теплоту плавления.

Установлено, что при рельефной сварке ступенчатых соединений в качестве обобщающих параметров, характеризующих процессы осадки рельефов, снижения сопротивления межэлектродного промежутка, появления и роста зоны расплавления, можно использовать зависимости перемещения и скорости подвижного электрода от времени протекания сварочного тока.

Показано, что при формировании ступенчатых соединений холодные сопротивление контактов на межэлектродном участке зависят от усилия сжатия и в 1,5–2 раза выше, чем сопротивление при рельефной сварке двух деталей.

Металлографические исследования сварных соединений позволили выявить отличительную особенность формирования ступенчатого соединения по сравнению с соединением двух деталей – в зоне нагрева трех листов формируется одно общее литое ядро, т.е. в процессе формирования ядра две изначально образовавшиеся расплавленные зоны постепенно к моменту выключения тока объединяются в одну.

По результатам исследования кинетики формирования ступенчатого соединения трех пластин определены этапы его образования.

Определены оптимальные параметры режима рельефной сварки ступенчатых соединений трех пластин из низкоуглеродистой стали (2 + 2 + 2 мм) с шестью выштампованными рельефами (по три рельефа на каждой из двух наружных пластин): сварочный ток 21–22 кА, усилие сжатия электродов 10–11 кН; время протекания сварочного тока 0,24–0,28 с.

УДК 624.072.21.7
ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО
СОСТОЯНИЯ БЛОКА СТЕНОВОГО ТРЕХСЛОЙНОГО
С ГИБКИМИ СВЯЗЯМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ВАРИАЦИОННО-РАЗНОСТНОГО ПОДХОДА

А. А. ВАСИЛЬЕВ, О. В. КОЗУНОВА, Е. А. СИГАЙ
Научный руководитель С. В. БОСАКОВ, д-р техн. наук, проф.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА»
Гомель, Беларусь

В работе выполнен линейный расчет стенового блока трехслойного с гибкими связями, который по своему назначению является самонесущей ограждающей конструкцией. Для расчета применяется вариационно-разностный подход (ВРП). Расчетная модель блока представлена совокупностью вертикальных упругих слоев конечных размеров с постоянными модулем деформации и коэффициентом Пуассона. Для реализации указанного подхода составлена программа на языке Mathematica 8.0 и проведена ее числовая апробация.

Блок представляет собой трехслойную конструкцию, в которой несущие слои выполнены из дисперсно-армированного бетона (стеклофибробетона), а теплоизолирующий слой – из пеностекла. Наружный и внутренний несущие слои соединяются системой гибких связей, выполняемых из стеклотканевой сетки (регистрационный № 7498 в Государственном реестре полезных моделей). В научно-исследовательской лаборатории «Строительные конструкции, основания и фундаменты» им. д.т.н., проф. И. А. Кудрявцева, УО «БелГУТ» были проведены испытания экспериментальных блоков, изготовленных на ОАО «Гомельстекло», по определению физико-механических характеристик предлагаемой конструкции.

В расчете трехслойный стеновой блок моделируется совокупностью вертикальных упругих слоев (УС) конечных размеров с постоянными по ширине модулем деформации и коэффициентом Пуассона. Для решения краевой задачи линейной теории упругости (плоская деформация) используется вариационно-разностный подход, который имеет важность практического применения в расчетах балок, балочных плит и приближенных к ним расчетных моделей упругих элементов конструкций на упругом, в том числе и искусственном основании.

В результате линейного расчета требуется определить параметры напряженно-деформированного состояния (НДС) композиционного стенового блока:

- распределение вертикальных и горизонтальных перемещений узловых точек расчетной области блока;
- распределение вертикальных и эквивалентных напряжений в центрах ячеек расчетной области блока;
- построение эпюр суммарных прогибов и напряжений в несущем слое стенового блока.

Анализ напряженно-деформированного состояния трехслойного стенового блока, находящегося под действием статической нагрузки, показывает, что исследуемый блок работает на сжатие со значительным запасом прочности. Следовательно, возможно применение его, как несущего элемента наружных конструкций.

Ю. Г. БОЛОШЕНКО

Научный руководитель С. Д. СЕМЕНЮК, д-р техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В реальных условиях железобетонные конструкции в процессе эксплуатации подвергаются повторным нагрузкам, которые качественно изменяют характер напряженно-деформированного состояния конструкции. Для описания работы бетона в условиях малоциклового нагружения необходимо определить верхний предел микротрещинообразования η_{cr}^v , т.н. «критическую границу», при достижении которой наблюдается активный прирост и накопление пластических деформаций, и нижний предел микротрещинообразования η_{cr}^0 , ниже которого бетон работает практически упруго. Уровень η_{cr}^v может быть определен графическим методом по усредненным экспериментальным данным путем построения зависимости « η – ϵ ». Для секущих модулей по продольным и поперечным относительным деформациям (E'_c и E'_v) выводятся линейные зависимости « η – E' » методом линейного корреляционного анализа, по которым определялся коэффициент Пуассона ν . Путем нахождения первой $dv/d\eta$ и второй $d^2v/d\eta^2$ производных, графически определяется η_{cr}^0 .

На основании экспериментальных данных было установлено, что между η_{cr}^0 и η_{cr}^v существует прямая зависимость. Коэффициент пропорциональности $k_{cr} = \eta_{cr}^0 / \eta_{cr}^v$ отличается для бетонов различных видов и может быть принят: для тяжелого бетона $k_{cr} \approx 0,67$; для сталефибробетона $k_{cr} \approx 0,70$; для бетона с использованием отходов литейно-металлургических производств в качестве мелкого заполнителя (ОМП-бетона) $k_{cr} \approx 0,73$. Коэффициент k_{cr} может служить критерием для учета особенностей работы бетонов различных видов.

Для определения η_{cr}^0 и η_{cr}^v выведены зависимости, в которых помимо прочности бетона учтен вид бетона. Таким образом, зависимости для определения пределов микротрещинообразования нижнего η_{cr}^0 и верхнего η_{cr}^v по результатам проведенных экспериментальных исследований могут быть записаны в виде: $\eta_{cr}^0 = \frac{1}{3} k_{cr} \cdot \ln f_c - 0,15$; $\eta_{cr}^v = \frac{1}{3} k_{cr} \cdot \ln f_c + 0,1$ (f_c – прочность бетона, МПа). Среднее отклонение теоретических значений от опытных составляет: $\Delta \eta_{cr}^0 = 2,8\%$ и $\Delta \eta_{cr}^v = 1,3\%$.

Е. Н. ЦУМАРЕВ

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

Контактная точечная сварка нашла широкое применение в машиностроительной промышленности благодаря своей экономичности, высокой производительности труда и хорошим санитарно-гигиеническим показателям процесса. Однако точечные соединения, выполненные контактной сваркой, имеют низкие показатели работоспособности, особенно в условиях циклического нагружения. Поэтому повышение показателей работоспособности таких соединений является актуальной задачей.

Основной причиной низкой статической и циклической прочности точечных сварных соединений, выполненных контактной сваркой, является значительная концентрация рабочих напряжений, обусловленная резким изменением размеров и формы. Последнее обстоятельство усугубляется вредным влиянием изгиба, который обусловлен внецентренным приложением продольной растягивающей нагрузки к соединяемым пластинам, имеющее место на участках, находящихся за пределами сварной точки. По мнению авторов, для снижения концентрации напряжений положительную роль может сыграть изменение формы сварной точки. Чтобы определить характер влияния формы сварной точки на ее несущую способность, были проведены расчеты напряженно-деформированного состояния точечных соединений различной конструкции методом конечных элементов. Кроме точек, имеющих в плане круглую форму, были рассчитаны овальные точки с соотношением полуосей 1:2 при продольном и поперечном расположении овалов относительно оси сварного соединения при одинаковой площади разрушения. В результате проведенных расчетов было установлено, что наименьший уровень интенсивности максимальных напряжений имел место в соединении со сварными точками, которые расположены поперечным образом. Максимальное значение интенсивности рабочих напряжений благодаря поперечному расположению овальной точки снизилось с 170 МПа до 120 МПа, т.е. в 1,42 раза. Поперечное расположение точки кроме того позволило уменьшить величину нахлестки на 3,5 мм. Т.о. предложенное техническое решение можно рекомендовать для внедрения в практику контактной точечной сварки.

УДК 631.352:631.311.5
ЦЕНТРОБЕЖНАЯ ОЧИСТКА МАСЛА В РЕЖУЩЕМ АППАРАТЕ
МЕЛИОРАТИВНОЙ МНОГОРОТОРНОЙ КОСИЛКИ

А. Л. БОРИСОВ

Научный руководитель Е. И. МАЖУГИН, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ»

Горки, Беларусь

Для скашивания растительности на мелиоративных и дорожных объектах, в зарубежном и отечественном машиностроении выпускается большое разнообразие многороторных косилок различного конструктивного исполнения режущего аппарата. Наиболее надёжной и широко применяемой конструкцией, является конструкция, с приводом роторов от зубчатой передачи, находящейся в закрытом корпусе, заполненном маслом.

С течением времени в режущих аппаратах с приводом роторов от зубчатой передачи происходит преждевременное изнашивание зубьев зубчатых шестерён. На процесс изнашивания зубьев зубчатых шестерён, а также на выход из строя подшипниковых узлов, большое влияние оказывают динамические нагрузки, возникающие при срезании растительности. Однако основной причиной преждевременного изнашивания зубьев зубчатых шестерён являются продукты износа, которые попадают в масло режущего аппарата в результате трения деталей привода. В основном эти продукты износа состоят из частиц железа, и в процессе работы из масла не удаляются.

Из всех известных способов очистки масла во время работы механизма, наиболее приемлемым для режущего аппарата мелиоративной многороторной косилки является способ центробежной очистки.

Разработана конструкция центробежного очистителя масла. Очиститель представляет собой цилиндрическую вставку с радиальными отверстиями, которая соосно крепится в полости приводной шестерни ротора. Кроме того, в диске шестерни выполнены несколько отверстий, которые служат для беспрепятственного попадания масла в зону очистки. Очиститель устанавливается на крайнем роторе режущего аппарата, что обусловлено технологией скашивания растительности на мелиоративных и дорожных объектах, а также геометрическими параметрами режущего аппарата.

Главная задача очистки масла в режущем аппарате мелиоративной роторной косилки состоит не в том, чтобы продлить срок службы смазки, а в том, чтобы защитить детали привода от преждевременного износа, связанного с попаданием механических примесей в масло в период эксплуатации.

УДК 624.012
ВЛИЯНИЕ МАЛОЦИКЛОВОГО НАГРУЖЕНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ
ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, УСИЛЕННЫХ
НАРАЩИВАНИЕМ СЖАТОЙ ЗОНЫ

Ю. Г. БОЛОШЕНКО

Научный руководитель С. Д. СЕМЕНЮК, д-р техн наук, доц.

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Усиление изгибаемых железобетонных элементов особенно эффективно для переармированных конструкций, когда разрушение происходит по сжатому бетону, а напряжения в арматуре не достигают предела текучести. Его эффективность также заключается в использовании поверхности конструкции в виде несъемной опалубки и позволяет сократить сроки проведения работ по усилению на эксплуатируемых объектах. Ввиду распространенности данного вида усиления интерес к этой теме не ослабевает и в настоящее время.

Основной целью экспериментальных исследований является определение эффективности использования различных видов бетона для усиления изгибаемых железобетонных элементов наращиванием сжатой зоны в условиях малоциклового нагружения.

За счет усиления увеличивается площадь сечения и несущая способность изгибаемого элемента. После включения в работу бетона усиления, часть уже имеющихся усилий от внешней эксплуатационной нагрузки, воспринимает элемент усиления, разгружая усиливаемые конструкции. Характер и величина перераспределяемых усилий зависит от жесткости шва контакта и прочности бетонов. Дополнительная внешняя нагрузка на железобетонные изгибаемые элементы, усиленные методом наращивания сечения, воспринимается всем сечением. Скачки на эпюрах напряжений и деформаций по высоте сечения усиленного элемента обусловлены наличием остаточных деформаций в бетоне усиливаемой конструкции.

При анализе опытных данных для однократного и малоциклового нагружений можно сделать следующие выводы. Сталефибробетон для усиления сжатой зоны наращиванием предпочтительнее, чем тяжелый бетон, ввиду его более стабильного поведения при действии многократно повторяющихся нагрузок различных уровней. Усиление ОМП-бетоном менее эффективно по сравнению с усилением тяжелым бетоном и сталефибробетоном, однако, позволяет сократить расходы на производство бетона, избавляет промышленные предприятия от немалых затрат на вывоз отходов в отвалы и снижает себестоимость основной продукции, а также предотвращает засорение окружающей среды.

УДК 691.618
ОСОБЕННОСТИ НАНЕСЕНИЯ СТЕКЛОВИДНЫХ ПОКРЫТИЙ
НА ПЕНОСТЕКЛО

М. О. БАКАНОВ
Научный руководитель Ю. А. ЩЕПОЧКИНА, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Иваново, Россия

Для изготовления облицовочных плит в современной строительной индустрии широко используется, в числе прочих строительных негорючих материалов, пеностекло, составы и технологии получения которого постоянно совершенствуются.

Пеностекло обладает высокопористой структурой, которая при нанесении стекловидного покрытия: во-первых, обеспечивает неоднородную поверхность контакта покрытия и подложки; во-вторых, создает трудности для получения равномерного сплошного слоя и образования стеклокомпозита. Для получения качественного стеклокомпозита нанесение стекловидного покрытия на поверхность пеностекла должно проходить при температурах, не приводящих к деформации и кристаллизации основного материала. При этом, важным критерием выбора покрытия является температура его оплавления, от которой зависит начало деформации пеностекла, протекающей, в большинстве случаев, при температурах до 600 °С. Получение качественного композита существенно зависит также от растекания и смазывающей способности выбранного покрытия, его толщины.

При закреплении стекловидного покрытия, одной из наиболее сложных задач является обеспечение его прочного сцепления с подложкой. Основное условие – это подбор температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР) покрытия таким образом, чтобы его значение отличалось от ТКЛР подложки не более чем на 10-15 %. Между тем, имеются данные о том, что устойчивое сцепление покрытия с подложкой может быть достигнуто и при несоблюдении указанного условия. И наоборот, даже при соблюдении соответствия ТКЛР покрытия и подложки могут наблюдаться сколы покрытия. Считается, что если ТКЛР пеностекла находится в пределах $(90-105) \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, то ТКЛР покрытий должен находиться в пределах $(80-120) \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, что наиболее соответствует условиям выбора покрытия.

По результатам проведенных экспериментов выявлено, что на пеностекле удовлетворительно закрепляются стекловидные покрытия, имеющие то же значение ТКЛР, что и стекло, используемое в виде порошка для приготовления материала подложки.

УДК 621.9
НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ ВИБРОВРАЩАТЕЛЬНОЙ МЕЛЬНИЦЫ

А. Ю. ГАВРУНОВ
Научный руководитель В. С. БОГДАНОВ, д-р техн. наук, проф.
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»
Белгород, Россия

Совершенствование вибрационных измельчителей направлено на повышение производительности и снижение энергоемкости агрегатов. Эти цели могут быть достигнуты рационализацией существующих конструкций мельниц, заменой отдельных узлов на более энергоэффективные и производительные, а также использованием новых конструкций агрегатов.

Одна из таких конструкций вибрационных мельниц была разработана и запатентована (патент №105199) как вибровращательная мельница в БГТУ им. В.Г.Шухова. Новая конструкция мельницы, схематично описанная в предыдущих публикациях, показана на рис. 1.

Она содержит, размещенные на неподвижной раме, подвижную раму, на которой установлена в подшипниковых опорах с возможностью вращения вокруг собственной оси камера помола с мелющими телами, и привод вращения помольной камеры. Камера помола выполнена в форме наклонного цилиндра, торцевые поверхности которого перпендикулярны оси её вращения, а его боковая цилиндрическая поверхность установлена под углом к горизонтальной поверхности подвижной рамы, причем угол наклона боковой поверхности цилиндра к горизонтальной поверхности подвижной рамы составляет менее 45°.

Камера помола свободно установлена в подшипниковых опорах, что позволяет ей с помощью привода вращаться вокруг своей оси, в свою очередь, опорные узлы представляют собой часть подвижной рамы, с закрепленным на ней виброприводом, опирающейся на неподвижную раму через виброизоляторы (пружины). Угол наклона боковой поверхности цилиндра к горизонтальной поверхности подвижной камеры должен быть больше угла естественного откоса смеси измельчаемого материала, но меньше 45°, что было выявлено опытным путём, например, при угле естественного откоса смеси, равном 18–20°, угол наклона боковой поверхности цилиндра составит 30°.

УДК 624. 012
 ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО РАСТЯЖЕНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ
 КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОПЕРЕЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ
 СДВИГА ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ СЖАТИИ

П. Ю. АНТОНЮК

Научный руководитель Г. Х. МАСЮК, канд. техн. наук, проф.
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
 И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»

Ровно, Украина

В лаборатории кафедры инженерных конструкций НУВХП испытана серия призмных образцов $100 \times 100 \times 700$ мм из тяжелого бетона класса В30 с шаровыми шарнирами по торцам. Образцы в возрасте $\tau_1 = 9$ суток подвергались длительному растяжению на протяжении 60 суток постоянной нагрузкой интенсивностью $\eta_{bt}^{\tau_1} = \sigma_{bt} / R_{bt} = 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8$. В возрасте 69 суток все призмные образцы были разгружены и испытаны на кратковременное сжатие до разрушения с измерением продольных ε_1 и поперечных ε_2 деформаций бетона по четырем граням призмы.

Анализ результатов проведенных испытаний показал, что длительное растяжение бетона вызывает увеличение коэффициентов поперечных деформаций ν_0^{non} , и тем больше, чем выше начальный уровень длительного растяжения $\eta_{bt}^{\tau_1}$. Корреляционные зависимости искомых величин от $\eta_{bt}^{\tau_1}$ представлены графически и в аналитической форме на рис.1. Здесь также представлены статистики указанных зависимостей и вариационных рядов соотношений корреляционных и опытных значений этих величин.

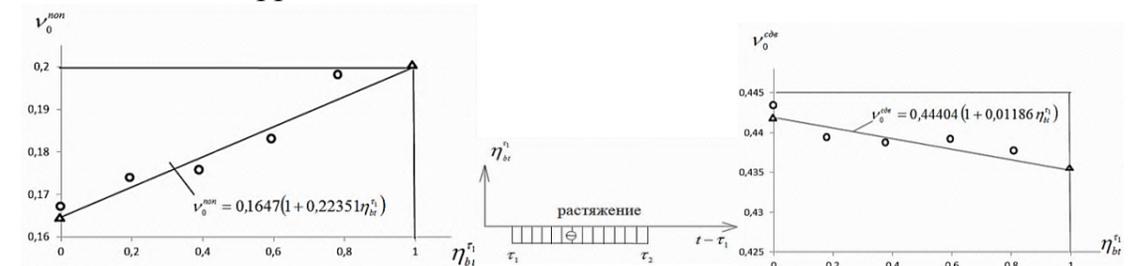


Рис. 1. Коэффициенты поперечных деформаций ν_0^{non} и деформаций сдвига ν_0^{cob} при кратковременном сжатии после длительного растяжения: \circ – усреднённое значение прочности по нескольким образцам; \triangle – корреляционные точки, прямые

Величины	Статистики									
	по $y - \eta_{bt}^{\tau_1}$			по вариационным рядам $k = y_{кор} / y_{оп}$						
	r	$\pm m_{xy}$	r/m_r	п штук	M	$\Delta_{max}, \%$	$\Delta_{min}, \%$	$\pm \sigma_x$	$\pm \nu_x, \%$	$\pm \rho, \%$
ν_0^{non}	0,9038	0,0046	15,5	5	1000,4	+2,62	-2,84	0,0226	2,26	1,01
ν_0^{cob}	0,7419	0,0013	11,4	5	0,9993	-0,95	-0,44	0,0349	0,35	0,16

$r, r/m_r$ – коэффициент корреляции и его достоверность; M, ν, ρ – среднее арифметическое и квадратическое, показатель точности; $\Delta_{min}, \Delta_{max}$ – экстремальные значения вариации

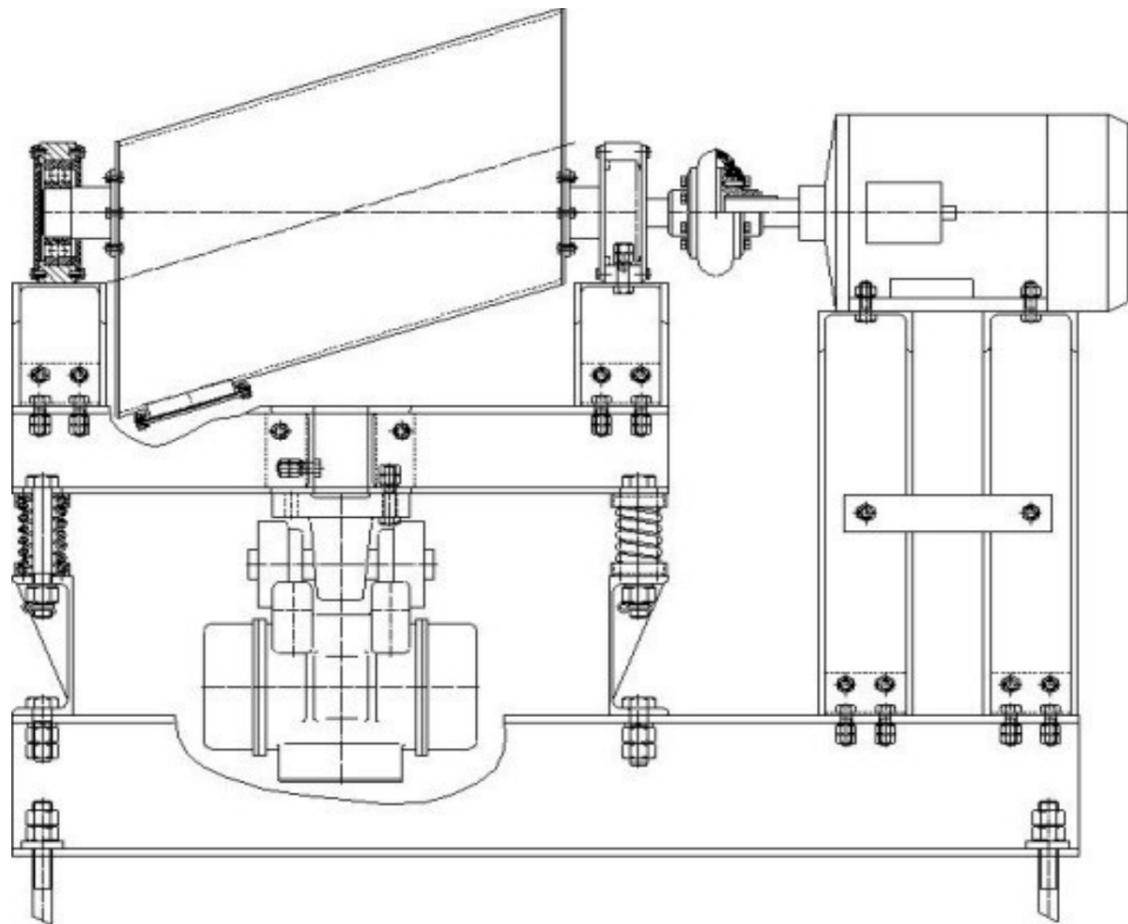


Рис. 1. Конструкция вибровращательной мельницы

Эффективность работы вибрационных мельниц определяется механическими свойствами материала, частотой и амплитудой колебаний помольной камеры, размерами и твердостью шаров, объемом помольной камеры, степенью заполнения ее мелющими телами и измельчаемым материалом, способом удаления измельчаемого материала и механикой движения шаров. Вследствие выполнения камеры помола в форме наклонного цилиндра, установленного под углом к горизонтальной поверхности подвижной рамы, за счёт совершения камерой (мелющими телами в камере) движения по траектории в виде сложной пространственной кривой в процессе работы, а также отсутствия препятствий (места скапливания материала - «застойные зоны») внутри камеры, т.е. увеличения свободного (рабочего) объема камеры повышается производительность мельницы. При этом упрощается конструкция вибровращательной мельницы.

Совмещение двух традиционных методов измельчения в одном агрегате позволяет снизить энергозатраты на тонкое и сверхтонкое измельчение различных материалов, которые широко используются в производстве строительных материалов, горно-перерабатывающей, химической и других отраслях промышленности.

Е. О. АДАРЧЕНКО

Научный руководитель А. А. ВАСИЛЬЕВ, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА»
Гомель, Беларусь

Целью исследования явилось повышение точности прогнозирования карбонизации бетона с учетом агрессивности эксплуатационной среды в зданиях сельскохозяйственного назначения.

Многолетние исследования показывают, что основными параметрами, определяющими скорость карбонизации являются условия эксплуатации.

По результатам исследования развития карбонизации бетона во времени по сечению железобетонных элементов, с учетом карбонизации бетона сразу после изготовления, были разработаны модели развития карбонизации для наиболее часто используемых в зданиях сельскохозяйственного назначения классов бетонов по прочности $C^{12}/_{15}$ – $C^{25}/_{30}$, при условиях повышенной и нормальной карбонизации.

Полученные модели описываются пятипараметрическим уравнением вида:

$$KC(l) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \exp\left(-\left(\frac{x - \beta_2}{\beta_3}\right)^{\beta_4}\right)$$

где $\beta_0 - \beta_4$ – параметры, определяемые методом наименьших квадратов.

В качестве примера приведена модель для класса бетона по прочности $C^{18}/_{22,5}$ для условий сельскохозяйственных помещений (см. рис. 1).

Приведенная модель карбонизации бетона позволяет по полученному показателю карбонатной составляющей (КС) в зоне расположения арматуры обследования прогнозировать во времени развитие карбонизации с учетом начальной карбонизации бетона, его прочностных характеристик, изменения степени гидратации цемента во времени, интенсивности агрессивности среды.

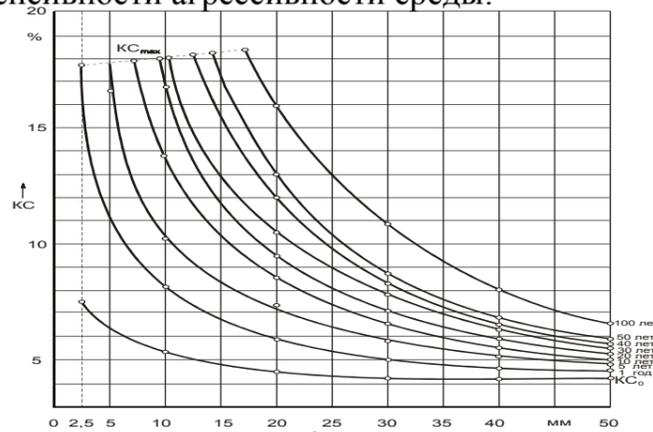


Рис. 1. Модель карбонизации для класса бетона по прочности $C^{18}/_{22,5}$ для условий сельскохозяйственных помещений.

Е. Г. ДЕГТЯРЕВА, Д. Ю. МАКАЦАРИЯ

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

Протяженность сети автомобильных дорог общего пользования Республики Беларусь составляет более 83000 км. Быстрое развитие дорожного комплекса не позволяет проводить в срок работы по капитальному ремонту дорог. Это приводит к накоплению дорог, нуждающихся в ремонте, и как следствие к ухудшению состояния дорог общего пользования. Протяженность дорог на которых превышены межремонтные сроки по капитальному ремонту составляет уже более 50 % и продолжает расти. Эту проблему можно решить с помощью внедрения современных технологий ремонта дорог, которые уже апробированы в странах западной Европы.

Республика Беларусь находится в центре транспортных разветвлений, связывающих восточную и западную части Европы. Эти условия благоприятно влияют на ежегодную динамику роста транзитного транспорта, который приносит средства в бюджет. Возникает необходимость развивать транспортную сеть, инфраструктуру и сервис.

В отличие от традиционных, современные технологии ремонта автомобильных дорог включают в себя комплекс мероприятий по экономии дорожно-строительных и ремонтных материалов, стоимость которых ежегодно увеличивается. Кроме того, при их использовании, уменьшается количество комплектующей техники, а при осуществлении всего комплекса работ непосредственно на рабочей площадке снижается затруднение в движении автотранспорта.

Таковыми технологиями являются горячая и холодная регенерация асфальтобетонных покрытий, которая может осуществляться как непосредственно на дороге, так и на заводе. Используемая при этом техника является многофункциональной и позволяет быстро и качественно произвести работы по ремонту дорожного покрытия.

Эффективность использования техники, применяемой для ремонта автомобильных дорог в настоящее время, определяется без учета экономии материалов. В данных условиях получение экономического эффекта от проведения мероприятий по ремонту автомобильных дорог возможно при использовании современных технологий, позволяющих проводить работы с экономией и повторным использованием дорожно-строительных и ремонтных материалов.

УДК 621.926

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЗИНТЕГРАТОРНЫХ
ПЕРЕДЕЛОВ В ТЕХНОЛОГИЯХ ПРОИЗВОДСТВА
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ю. К. ДОБРОВОЛЬСКИЙ

Научный руководитель Л. А. СИВАЧЕНКО, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Для повышения эффективности дезинтегрированных переделов в технологиях производства строительных материалов необходим соответствующий анализ базовых отраслей промышленности. В качестве примера рассмотрим современный уровень технологических переделов связанных с использованием процессов измельчения материала.

Промышленное производство Беларуси характеризуется большой долей затрат на переработку различных материалов: строительного сырья, удобрений, пищевых продуктов, твердого топлива, химических реагентов, множества накопителей и добавок, всевозможных отходов и т.д. Центральными операциями их переработки является измельчение, классификация, смешивание, транспортирование, уплотнение, гранулирование, сушка, обжиг, автоклавная обработка, вакуумирование.

Из множества технологических переделов остановимся на тех, основу которых составляет процесс измельчения. Их вполне приемлемо называть дезинтеграторными и на такой основе дать комплексную оценку их технологической эффективности и технического уровня.

Анализ дезинтеграторных технологий целесообразно делать по следующей схеме: объем производства, затраты на проведение, совершенство технологий, уровень оборудования, перспективы развития, стоимость перевооружения, научный и проектный потенциал, машиностроительная база. С учетом уровня машиностроения ставку следует делать, на собственный научно-технический потенциал.

Следует учесть, что в ближайшие годы дезинтеграторные переделы будут расширены за счет строительства новых цементных и силикатных заводов, освоение разработки месторождений железной руды, трепела, природного гипса, а также расширение объемов производства на действующих предприятиях. Важно отметить, что значительная часть из перечисленных материалов подвергаются неоднократной переработке.

Приводятся возможные варианты повышения эффективности дезинтеграторных переделов в технологиях производства строительных материалов.

УДК 69.022

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ С
РЕКУПЕРАЦИЕЙ ТЕПЛА УДАЛЕННОГО ВОЗДУХА В ЗДАНИЯХ

А. В. АВСЕЕНКО

Научный руководитель С. Д. СЕМЕНЮК, д-р техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В настоящее время, на фоне роста цен на энергоресурсы, в строительстве активно разрабатываются и внедряются энергосберегающие технологии, в том числе – вентиляционное оборудование, оснащенное теплообменниками-утилизаторами, предназначенное для эксплуатации в системах вентиляции и кондиционирования зданий.

Размещается вентиляционное оборудование мощностью 3000–5000 м³/ч на техническом этаже (в случае зданий средней этажности) и в подвале для зданий повышенной этажности. Для дополнительного нагрева воздуха в вентиляционных установках используется система теплоснабжения, в связи с чем нет необходимости в электрическом подогреве. Принудительная локальная вентиляция в жилых помещениях и кухне осуществляется малогабаритными приточно-вытяжными установками с утилизацией тепла, производительностью 40-55 м³/ч. Установка монтируется возле окон и не требует дополнительных источников подогрева воздуха и системы воздухопроводов.

Благодаря внедрению нового энергоэффективного вентиляционного оборудования решаются следующие задачи:

- обеспечение высокоэффективной работы системы вентиляции квартиры и энергосбережение за счет утилизации тепла, содержащегося в удаляемом из квартиры воздухе;
- снижение тепловой нагрузки на систему отопления здания за счет утилизации тепла в системах вентиляции;
- снижение потребляемой вентиляционным оборудованием энергии за счет использования высокопроизводительных, малошумных вентиляторов на электронно-коммутируемых двигателях;
- снижение потребляемой энергии вентиляционным оборудованием за счет программного автоматического управления.

Таким образом, новое вентиляционное оборудование позволяет не только решить проблему вентиляции жилых и общественных зданий, но и вопросы энергосбережения, позволяя сэкономить до 75 % тепла на вентиляцию, а, в целом, до 30 % общего расхода тепла на обогрев здания.

УДК 656.1
ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

И. В. СТРАЧУК
Научный руководитель Е. Л. САВИЧ, канд. тех. наук, доц.
Учреждение образования
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Брест, Беларусь

Целевая функция эффективности работы автомобильного транспорта включает в себя затраты на дороги, запасные части, эксплуатационные материалы, техническое обслуживание и ремонт (ТО и Р). Оптимизация затрат на материально-техническое обеспечение (МТО) и выполнение работ по ТО и Р реализуется благодаря точному определению фактических потребностей, а также объемов работ по каждому автомобилю индивидуально на основе широкого применения диагностики и новых информационных технологий. Индивидуальное прогнозирование технического состояния автомобилей является одним из основных положений системы их ТО и Р. Такая система позволяет проводить для автомобилей ТО с индивидуальной программой, которое условно можно назвать индивидуальным техническим обслуживанием (ИТО).

Исходной информацией, получаемой в центре диагностики с использованием компьютеризированных средств диагностирования, являются: а) значения параметров технического состояния автомобиля и его отдельных агрегатов и систем, б) календарные даты и значения наработок автомобиля, соответствующие зафиксированным значениям параметра; в) предельно-допустимые нормативные значения диагностических параметров и др. Информация передается системе управления для обработки, формирования массивов нормативно-справочной и диагностической информации, необходимых для организации процесса прогнозирования, например, виды и конкретные параметры закономерностей изменения технического состояния автомобиля или его элементов. Выходной информацией для такой системы будут являться объемы работ по ТО и Р автомобилей на каждую конкретную дату за период планирования, а также требуемые номенклатура и количество запасных частей, оборудования.

Соответственно, условием перехода автомобильного транспорта к гибкой адаптивной системе ОРСА с индивидуальной корректируемой периодичностью и объемами обслуживания, оптимизированным нормам МТО, является широкое применение технической диагностики.

УДК 621.926
ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ТОНКОГО ГРОХОЧЕНИЯ
ВЛАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Н. В. КУРОЧКИН
Научный руководитель Л. А. СИВАЧЕНКО, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Процессы классификации широко используют в промышленности строительных материалов, так как исходный материал в большинстве случаев представляет собой неоднородную по крупности смесь, содержащую различные примеси и включения.

В процессе переработки сырья материал необходимо разделять на классы по крупности, удалять из материала примеси и включения, снижающие его качество. Особое затруднение составляет переработка влажных и налипающих материалов.

Основными направлениями усовершенствования механизмов грохочения являются:

- повышение производительности;
 - снижение энергоемкости процесса;
 - снижение металлоемкости конструкции;
 - улучшение качества и гранулометрического состава выходного продукта;
 - комбинирование процессов грохочения с другими процессами;
- Вышеуказанные цели могут быть достигнуты за счет:
- повышения площади просеивающей поверхности;
 - интенсификацией колебаний просеивающей поверхности за счет снижения амплитуды и повышения частоты;
 - придания сложного движения просеиваемого материала с обеспечением перемешивания;
 - наложения на материал инерционных сил;
 - самоочистки от налипаемого материала;
 - возможности регулирования границ раздела без изменения конструкции;
 - снижение массы вибрирующих элементов конструкции;
 - совмещения с процессами дизагрегации, подсушивания и промывки материала.

Эти условия во многом реализуются в виброгрохотах, просеивающей поверхностью которых является пружинный элемент.

УДК 625.8

ВЛИЯНИЯ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ
СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН
НА ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
НА ЭТАПЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Е. В. КУТУЗОВА

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

При оценке эффективности эксплуатации строительных и дорожных машин (СДМ) отсутствуют единые рекомендации по применяемым технико-экономическим показателям (ТЭП) и методики их определения.

В настоящее время эффективная эксплуатация СДМ предусматривает применение следующих технико-экономических показателей: производительности, наработки, прибыли, годового количества рабочего времени, себестоимости машиночаса, себестоимости механизированных работ, удельных приведенных затрат.

Изменения выходных параметров машины в процессе ее наработки с начала эксплуатации значительно снижает эффективность использования в соответствии с ее функциональным назначением. На ТЭП влияют основные выходные параметры СДМ, такие как комплексный показатель надежности – коэффициент технического использования, коэффициент внутрисменного использования, КПД гидросистемы, время цикла, коэффициент старения и т.д.

В процессе эксплуатации СДМ с увеличением наработки эксплуатационные затраты на поддержание и восстановление ее работоспособности увеличиваются, а годовое количество рабочего времени уменьшается, что приводит к большому росту затрат на один час работы машины. Для повышения точности определения рабочего времени СДМ в году количество дней пребывания их в ремонте необходимо определять с учетом наработки с начала эксплуатации, через коэффициент внутрисменного использования машин и комплексный показатель надежности – коэффициент технического использования.

Для гидрофицированных СДМ основным параметром отражающим техническое состояние является КПД гидросистемы, уменьшение которого в зависимости от наработки приводит к увеличению времени цикла выполнения рабочих операций и, соответственно, к уменьшению производительности. Это уменьшение учитывается через коэффициент старения.

УДК 621.114.2-585:681.586.728

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ФРИКЦИОННЫХ МУФТ
ТРАКТОРНЫХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ С ГИДРОПРИВОДОМ

А. Ф. СКАДОРВА

Научный руководитель А. Н. КАРТАШЕВИЧ, д-р техн. наук, проф.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ»
Горки, Беларусь

Затраты на обслуживание и ремонт – один из важнейших эксплуатационных показателей любой технической системы. Их минимизация в тех случаях, когда система является ремонтпригодной, практически невозможна без эффективного контроля её состояния.

Одним из важнейших элементов механических тракторных коробок передач (КП) с гидроприводом являются фрикционные муфты, которые в процессе работы подвергаются воздействию различных нагрузок. Нагрузки значительно увеличиваются с появлением неисправностей в работе коробки передач.

Детали внутри КП работают в крайне неблагоприятных условиях: диапазон температур от 45 °С до 100 °С, рабочая среда – масло трансмиссионное (брызги, туман), рабочий диапазон частоты вращения фрикциона 800...2100 мин⁻¹, а также наличие металлических примесей в масляном тумане. Ещё одним важным фактором является то, что диски фрикционной муфты с гидроприводом совершают сложное движение – вращательное и возвратно-поступательное, что значительно усложняет условия съема сигнала. Однако, несмотря на все кажущиеся трудности, измерительные преобразователи на основе эффекта Холла, которые в настоящее время находят широкое применение при решении различных задач, способны обеспечить достаточную точность измерения износа фрикционного материала на ведущих дисках гидромуфты КП.

Важнейшим условием работоспособности датчика Холла является наличие изменяющегося магнитного поля, источником которого, как правило, является постоянный магнит, установленный на диагностируемую деталь. Таким образом, для диагностирования фрикционных элементов тракторных КП необходима система, состоящая из магнита, установленного на диагностируемую деталь, и электромагнитного преобразователя, работающего на основе эффекта Холла.

Возможность применения датчиков Холла при диагностировании фрикционных элементов тракторных КП на кафедре «Тракторы и автомобили» УО «БГСХА» была проверена рядом экспериментов, позволяющих с уверенностью сказать о работоспособности данного предложения.

Установка датчиков Холла в КП для контроля величины износа фрикционных элементов позволит проводить безразборное диагностирование состояния фрикционных муфт с гидроприводом, что позволит снизить затраты на обслуживание и ремонт тракторов, повысить их эффективность, уровень надежности и долговечности за счёт автоматизации процессов диагностирования.

УДК 629.3

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГИДРОУСИЛИТЕЛЯ РУЛЕВОГО
УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНОЙ МАШИНЫ И СРЕДСТВ ЕГО ИСПЫТАНИЙ

Т. В. МРОЧЕК, В. П. ТАРАСИК, В. И. МРОЧЕК

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

В Белорусско-Российском университете проведен комплекс работ по совершенствованию гидроусилителей мобильных машин и средств их испытаний. Объектом исследований был выбран гидроусилитель полуинтегрального типа МАЗ–64229.

При этом получены следующие результаты.

Разработана конструкция регулятора расхода, обладающая возможностью перенастройки уровня дозируемого расхода. Это позволило восстанавливать в процессе эксплуатации работоспособность регулятора расхода и гидроусилителя в целом. При выполнении регулировочных работ не требуется разборка регулятора расхода. По данному конструктивному решению получен патент на полезную модель.

Усовершенствована конструкция рулевого механизма с распределителем гидроусилителя. В конструкции предусмотрена регулировка центрирования золотника распределителя, что позволяет обеспечивать симметричность характеристик распределителя при поворотах машины вправо и влево. Регулировка не требует разборки рулевого механизма. Техническое решение защищено патентом на полезную модель.

Разработана методика испытаний гидроусилителя, в которой дополнительно к испытаниям, регламентированным действующими стандартами, предложено определять нагрузочную характеристику, а также гидравлические характеристики его компонентов. Это позволило однозначно оценивать работоспособность гидроусилителя и его компонентов.

Разработан стенд для общих и поэлементных испытаний всех типов гидроусилителей. Разработаны схемы испытаний на стенде гидроусилителя и его компонентов. Определены предельные значения показателей оценки качества функционирования гидроусилителя. Технические решения по стенду защищены патентом 10413 РБ.

В соответствии с разработанной схемой изготовлены два стенда, которые внедрены на предприятиях Республики Беларусь, занимающихся эксплуатацией городского автомобильного транспорта.

Созданное в ходе исследований испытательное оборудование позволяет однозначно оценивать техническое состояние гидроусилителя и его компонентов и может использоваться как на стадии проектирования и доводки гидроусилителей, так и в процессе их эксплуатации.

УДК 629.027:539.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯГОВЫХ СВОЙСТВ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ
ШИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ ПОДПОРНЫХ СТЕНОК

Н. Н. ЛУКАШКОВ

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

Процесс разрушения грунта грунтозацепами колес во многом схож с резанием грунта. Поэтому для расчета силы, действующей на переднюю грань грунтозацепа, можно использовать положения которые рассматривают процесс разрушения грунта надвигающимся на него элементом. Процесс разрушения грунта грунтозацепом будем рассматривать как многостадийный и многовариантный. Многовариантность процесса заключается в различных случаях таких как: срез грунта между грунтозацепами на ранней стадии взаимодействия, срез грунта образовавшейся вытесняемой призмой, «выклинивание» грунтозацепа из грунта вытесняемой призмой и прочие, – все эти случаи необходимо учитывать при определении тяговых свойств движителя.

Для расчета первой стадии разрушения используем положения теории пассивного давления грунта на подпорные стенки, суть которых сводится к определению давления, действующего со стороны передней грани грунтозацепа и определения положения появившейся в грунте площадки скольжения при известных граничных условиях на удерживающей поверхности грунта. Подпорной стенкой в данном случае будет являться передняя грань грунтозацепа. В первой фазе разрушения возможен случай среза призмы грунта заключенной между грунтозацепами.

Во время второй стадии происходит увеличение зоны предельного напряженного состояния грунта, ограниченной первичной площадкой скольжения до нового положения, обеспечивающего устойчивость грунта от дальнейшего разрушения. Однако, при достижении некоторого положения возможен срез призмы грунта ненарушенной структуры или «выклинивание» грунтозацепа вследствие превышения силой, действующей со стороны вытесняемой призмы, силы тяжести машины приходящейся на опорную поверхность колеса.

Предлагаемый подход в совокупности с разработанной ранее моделью шины СДМ позволит уточнить методику выбора параметров грунтозацепов на основании заданных грунтовых условий, выбрать рациональные параметры грунтозацепов с целью максимизации тяговой способности машины по движителю.

УДК 625.8
СРАВНЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОМПЛЕКТОВ
МАШИН ДЛЯ РЕМОНТА ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

Д. Ю. МАКАЦАРИЯ
Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ МВД РБ»
Могилев, Беларусь

Наша страна обладает широкой сетью автомобильных дорог, большинство из которых имеет асфальтобетонное покрытие. Сохранение и восстановление его работоспособности с учетом ежегодного роста объема ремонтных работ возможно при внедрении комплектов машин для регенерации асфальтобетонных покрытий. Их использование позволяет не только восстановить работоспособность дорожной одежды, но и значительно снизить расход дорожно-строительных и ремонтных материалов.

Приведение автомобильных дорог в соответствующее нормативным требованиям состояние возможно при использовании различных комплектов машин. Наиболее распространенным способом восстановления автомобильных дорог является традиционная технология. Для ее осуществления применяется комплект машин, предназначенный для строительства автомобильных дорог. Восстановление работоспособности дороги осуществляется за счет укладки асфальтобетонной смеси в несколько слоев и ее уплотнение традиционным способом.

При применении данного комплекта машин расходуется завышенное количество дорожно-строительных и ремонтных материалов. При этом возрастают транспортные расходы, что в совокупности увеличивает стоимость работ, проводимых на строительной площадке.

Однако включив в данный комплект машин дорожную фрезу можно изменить технологию проведения ремонтных работ. Сфрезерованный асфальтогранулят можно будет повторно использовать. Технология регенерации на заводе позволяет приготовить новую асфальтобетонную смесь на основе асфальтогранулята с добавлением необходимого количества недостающих компонентов в соответствии с рецептурой.

В зависимости от условий эксплуатации можно использовать каждый из рассматриваемых комплектов машин. Граничные условия применения каждого из комплектов определяются равенством удельных приведенных затрат при их использовании по назначению. Минимальное значение этих затрат является определяющим фактором использования комплекта.

Сравнение использования и определение возможности эффективного применения данных комплектов машин рассматривается на различных участках автомобильных дорог Могилевской области.

УДК 629.36, 681.518.5
ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ
ДВИГАТЕЛЯ И ШАССИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Е. Ю. МИШУЛИН
Научный руководитель А. А. КОБЗЕВ, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А.Г. и Н.Г. Столетовых»
Владимир, Россия

Возрастающие требования по повышению технического оснащения и совершенствованию специальной техники требуют автоматизации и информатизации рабочих мест экипажей специальных транспортных средств. В этом случае решается целый ряд задач, связанных с разработкой алгоритмов диагностирования и управления двигателем и шасси.

Алгоритм диагностирования строится таким образом, чтобы по выбранному перечню параметров и последовательности их измерения определить работоспособность объекта и локализовать выявленные неисправности.

Разработанное технологическое программное обеспечение (ПО) реализует цикл диагностики и контроля состояния по заложенным в него алгоритмам работы, которые впоследствии переключаются на бортовую систему управления.

Структура ПО максимально приближена к структуре информационно-управляющей системы, за счет применения технологии межпроцессорного взаимодействия и средств синхронизации потоков. В ПО реализован механизм независимого виртуального времени, при помощи которого реализуются стандарты ОСРВ.

Алгоритмы обеспечивают формирование сообщений на пульте отображения информации механика-водителя и передачу в аппаратуру управления информации об аварийных ситуациях.

В информационном окне отображаются действия, которые должен совершить оператор в данный момент времени, а также различные неисправности и методы их устранения. Программа работает на основе данных, хранящихся в файле базы данных формата Microsoft Access, которые могут быть изменены именно в этой программе. База данных содержит несколько таблиц.

Программное обеспечение позволяет проводить обучение членов экипажа, обслуживающего системы двигателя и шасси и имитирует динамический процесс контроля и диагностирования. В программе имеется возможность отладки алгоритмов с изменением значений всех параметров.

Предложенные алгоритмы распространяются практически на все грузовые машины, имеющие дизельный двигатель.

УДК 629.3.032

АВТОМОБИЛЬ-САМОСВАЛ МАЗ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МОДИФИКАЦИИ

В. В. МИХАЛКОВ

Научные руководители: А. И. БОБРОВНИК, д-р техн. наук;

Ю. М. ЖУКОВСКИЙ, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Основным фактором развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь является внедрение современных технологий производства сельскохозяйственной продукции. Такие технологии могут быть созданы только на базе высокопроизводительных и надежных комплексов машин, обеспечивающих высококачественное выполнение технологических операций при минимальных затратах ресурсов.

Применение автомобилей-самосвалов МАЗ-5516 (сельскохозяйственная модификация) в агропромышленном комплексе РБ позволяет осуществлять транспортировку больших объемов грузов с высокой скоростью по дорогам с усовершенствованным покрытием и грунтовым. Однако использование этих автомобилей на агрофонах с низкой несущей способностью приводит либо к интенсивному колееобразованию (особенно колёсами переднего моста), либо к существенному недоиспользованию полной грузоподъемности автомобиля (19 тонн). Часто движение загруженных автомобилей возможно только при их буксировке мощными тракторами. Такая буксировка требует больших материальных и трудовых затрат, часто сопровождается поломками техники.

Холдинг предприятий агропромышленного комплекса РБ обратился в БГАТУ с просьбой изучить возможность установки на передние мосты автомобилей МАЗ-5516 шин Бел-95 без каких-либо изменений в конструкциях автомобилей вместо серийных шин Бел-116. Установка шин Бел-95 привела бы к уменьшению удельных давлений под колёсами на 38 %.

Проведенный анализ показал, что такая установка по компоновочным соображениям невозможна, так как у шины Бел-95 диаметр и ширина несколько больше, чем у шины Бел-116.

Решением существующей проблемы будет создание автомобиля МАЗ сельскохозяйственной модификации на базе полноприводного самосвала семейства МАЗ с комплектацией его шинами модели Бел-66А, причем колёса задних мостов должны быть сдвоенными. Это позволит снизить удельное давление под колёсами на 68 % и при полной грузоподъемности суммарная сила тяги возрастет на 29 % по сравнению с МАЗ-5516.

УДК 621.878.6

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ПОДОГРЕВА РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ
ГИДРОСИСТЕМЫ СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНОЙ МАШИНЫ

А. Е. НАУМЕНКО

Научный руководитель А. М. ЩЕМЕЛЕВ, канд. техн. наук, проф.

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилёв, Беларусь

При работе машины в условиях отрицательных температур окружающей среды в начале рабочей смены в гидросистеме машины из-за высокого значения вязкости рабочей жидкости возникают большие потери давления. Например, при работе одноковшового фронтального погрузчика МоАЗ-4048 при температуре -20°C среднецикловые потери давления, в зависимости от использования в качестве рабочей жидкости гидравлических масел МГ-15Б, МГ-15-В, МГ-20 и МГ-46В составляют соответственно 1,45 МПа, 1,7 МПа, 7,4 МПа и 13,3 МПа. Высокое значение потерь давления приводит к тому, что значительная часть мощности, потребляемая насосной станцией, расходуется на преодоление этих потерь и не используется для приведения в действие рабочего оборудования.

Т.к. основная причина возникновения потерь давления – это большая вязкость рабочей жидкости, то для их снижения в начальный период времени работы машины необходимо её понизить. Так как вязкость рабочей жидкости зависит прежде всего от её температуры, то это можно сделать путём подогрева рабочей жидкости.

Известны такие способы подогрева рабочей жидкости, как предпусковой подогрев, подогрев дросселированием, подогрев ТЭНом, подогрев выхлопными газами ДВС и подогрев охлаждающей жидкостью гидросистемы. Все эти способы имеют свои преимущества и недостатки, однако в настоящее время методики проектирования данных систем (определения основных параметров), применительно к конкретной строительной-дорожной машине, не разработано.

Для наиболее часто применяемых способов подогрева рабочей жидкости гидросистемы (подогрев дросселированием, подогрев ТЭНом, подогрев выхлопными газами ДВС) составлены методики выбора рациональных параметров этих систем. По разработанным методикам для одноковшового фронтального погрузчика МоАЗ-4048 спроектированы системы подогрева и произведена сравнительная оценка из эффективности по времени нагрева и затратам энергии на нагрев рабочей жидкости на 1°C . По результатам оценки сделаны выводы о целесообразности применения рассмотренных систем на данном погрузчике.

УДК 631.352:631.311.5
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ
МОЩНОСТИ, ЗАТРАЧИВАЕМОЙ НА СРЕЗАНИЕ КУСТАРНИКОВОЙ
РАСТИТЕЛЬНОСТИ РОТОРНОЙ КОСИЛКОЙ

С. Г. РУБЕЦ
Научный руководитель Е. И. МАЖУГИН канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ»
Горки, Беларусь

В настоящее время, как за рубежом, так и у нас в стране широко используются роторные косилки с осью вращения перпендикулярной обрабатываемой поверхности, которые могут работать на высоких поступательных скоростях, относительно надежны и качественно производят срезание травянистой растительности и кустарниковой поросли.

Важнейшим показателем процесса резания являются затраты энергии или мощности. Однако, в литературных источниках данных о влиянии геометрических параметров ножей и конструктивных параметров режущего аппарата косилок на затраты мощности при срезании древесно-кустарниковой растительности не встречается. Это свидетельствует о необходимости поиска рациональной конструкции ножа, особенно для условий работы мелиоративных косилок, и проведения его исследований.

Для проведения исследований по определению влияния геометрических параметров ножа и режимов работы режущего аппарата роторной косилки на мощность, затрачиваемую на срезание растительности, были изготовлены опытные образцы ножей роторных косилок. Исследования проводились на разработанной и изготовленной лабораторной установке.

В качестве исследуемых факторов, как наиболее значимые, были отобраны следующие: угол расхождения режущих кромок ножа, угол заострения режущих кромок ножа и поступательная скорость перемещения режущего аппарата косилки. Для оценки влияния изменения этих факторов на мощность, затрачиваемую на срезание растительности, и выявления оптимального их сочетания был проведен многофакторный эксперимент типа 2^3 по существующей методике.

В результате реализации полного факторного эксперимента получено уравнение регрессии и установлено, что при принятых пределах варьирования исследуемых факторов и используемой точности измерений мощность, затрачиваемая на срезание древесно-кустарниковой растительности, ножами роторной косилки зависит от угла заострения режущих кромок ножа, угла расхождения режущих кромок ножа и поступательной скорости перемещения режущего аппарата.

УДК 631.372:621.43.019.9:574
ВЛИЯНИЕ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЕЙ
НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

П. Ю. МАЛЫШКИН
Научный руководитель А. Н. КАРТАШЕВИЧ, д-р техн. наук, проф.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ»
Горки, Беларусь

Вредные вещества, выбрасываемые вместе с отработавшими газами в окружающую среду, оказывают вредное воздействие на атмосферу, почву, воду, растения, животных и людей. В отработавших газах дизельных двигателей внутреннего сгорания (ДВС) концентрация оксидов углерода (СО) и углеводородов (C_nH_m) значительно ниже, чем у бензиновых, однако дизеля в больших количествах выбрасывают оксиды азота (NO_x) и твердые частицы (С).

Постоянное воздействие вредных веществ на человека, животных и растения может привести к мутациям на генетическом уровне и к резкому наследственному изменению организмов, меняющие их морфологические (внешнее и внутреннее строение) и/или физиолого-поведенческие признаки. Наиболее актуальна данная проблема для помещений с ограниченным или частично ограниченным воздухообменом, где в качестве основной энергетической установки используется дизельный двигатель.

Если не предпринимать специальных мер, то негативное воздействие на окружающую среду будет возрастать, приводя к росту числа заболеваний и сокращению продолжительности жизни людей.

Под специальными мерами, направленными на предотвращение воздействия вредных веществ на окружающую среду, следует понимать не только работы по оптимизации конструктивно-регулирующих параметров ДВС транспортных средств, разработке средств и способов нейтрализации вредных веществ, содержащихся в отработанных газах, изменению физико-химического состава топлив, а также применению новых альтернативных топлив.

Одним из таких подходов к снижению воздействия вредных веществ отработавших газов дизелей, является переход на газодизельный процесс с использованием биогаза.

Это не только позволит снизить воздействие вредных веществ на окружающую среду, но и значительно снизить эксплуатационные затраты.

УДК 621.436:662.758
ИЗМЕНЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАКТОРА С ПРИМЕНЕНИЕМ
ПОДАЧИ ПАРА НА ВПУСКЕ

Д. С. КОРОЛЕНКО, А. С. КОРОЛЕНКО, П. Ю. МАЛЫШКИН
Научный руководитель А. Н. КАРТАШЕВИЧ, д-р техн. наук, проф.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ»
Горки, Беларусь

Дополнительное повышение эффективности и экономичности двигателя получается путем введения в обрабатываемую топливовоздушную смесь в качестве добавок выхлопных газов, воды, низкооктанового топлива.

Был проведен сравнительный анализ работы дизеля на дизельном топливе и с применением подачи пара на впуске. При сравнении работы дизеля с системой подачи пара мы руководствовались условием сохранения мощностных показателей работы двигателя на уровне установленном заводом-изготовителем.

Работа трактора с системой подачи пара исследовалась на трех операциях: вспашка (трёхкорпусный плуг ПЛН-3-35), предпосевная обработка почвы (АКШ-3,6-01) и поверхностная обработка почвы с закрытием влаги культиватором КПН - 4.

При проведении натурных испытаний «Беларус 922» с ПЛН-3-35, АКШ-3,6-01 и КПН-4 устанавливались скорости движения агрегата, соответствующие агротехническим требованиям. Для этого поддерживалась постоянная частота вращения коленчатого вала двигателя на уровне 1800 мин^{-1} для плуга и 1700 мин^{-1} для культиватора КПН-4 и агрегата для предпосевной обработки почвы АКШ-3,6-01. Вспашка проводилась на 3-й передаче 1 диапазона, а культивация с заделкой влаги и предпосевная обработка почвы на 2-й передаче первого диапазона с включенным мультипликатором.

Необходимо отметить, что эксплуатационные испытания системы подачи пара на тракторе «Беларус 922» показали работоспособность системы в реальных условиях. При этом погектарный расход топлива с установкой устройства подачи пара расход топлива снизился как при работе с плугом на 0,59 %, при работе с культиватором на 0,56 %, так и при работе с АКШ 1,3 %. Выбросы твердых частиц снизились на 28,3 % при вспашке, на 29,75 % при предпосевной обработке почвы и на 24,26 % при культивации. Так же наблюдалось снижение выбросов угарного газа при работе трактора с агрегатом для предпосевной обработки почвы АКШ-3,6-01 на 25,02 % и с культиватором КПН-4 на 25,01 %. На вспашке выбросы оксида углерода увеличились на 0,16 %.

УДК 621. 926.
СИЛОВОЙ АНАЛИЗ ШТИФТОВЫХ МЕЛЬНИЦ

Т. Л. СИВАЧЕНКО
Научный руководитель В. С. СЕВОСТЬЯНОВ, д-р техн. наук, проф.
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. Шухова»
Белгород, Россия

Предложенный в последние годы штифтовый способ измельчения материалов является основой для создания энергонапряженного класса технологического оборудования – штифтовых мельниц. Конструктивно такие аппараты представляют собой пакеты проволок или стержней, закрепленных в планшайбах, пакетах или щетках, и производящих воздействие на обрабатываемый материал своими торцовыми поверхностями путём их ударов или перекатывания.

Областью рационального использования штифтовых мельниц является тонкий и сверхтонкий помол материалов, в том числе получение наноразмерных композиций. Для этого необходимо создавать максимальные контактные давления в рабочих зонах между торцами стержней и опорной поверхностью. Реализовать это условие наиболее просто с помощью вибро-ударного привода.

Одним из обобщающих показателей, характеризующих потенциал измельчителей, является их энергонапряженность. В классическом виде она определяется как отношение потребляемой на процесс мощности привода к объёму рабочей камеры. Рассчитанный для штифтовых мельниц этот показатель составляет значение $3-10 \text{ кВт/дм}^3$ и имеет значительный потенциал повышения. Для аппаратов аналогичного назначения энергонапряженность не превышает 2 кВт/дм^3 , что свидетельствует о больших возможностях нового оборудования.

Практическая реализация указанного потенциала требует решения целого ряда сложных инженерных и научных задач. К их числу в первую очередь следует отнести: определение допустимых контактных напряжений в зонах разрушения, расчет стержневых элементов на динамическую устойчивость, обеспечение равномерной нагрузки на все измельчающие элементы, исследование закономерностей износа, а также необходимой мощности на привод рабочих органов.

Приводятся результаты выполненного силового анализа штифтовых мельниц, которые учитывают все вышеперечисленные показатели, и их критическая оценка учитывает физико-механические свойства обрабатываемого материала, конструктивные исполнения мельниц и условия их работы.

УДК 621.8.004.94
МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕМАТИКИ ПРИВОДА ПРИ НАЛИЧИИ
ЕДИНИЧНЫХ ДЕФЕКТОВ ЗУБЬЕВ

М. Г. ШАМБАЛОВА

Научный руководитель Г. Л. АНТИПЕНКО, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Существенную роль в сокращении времени и затрат на техническое обслуживание и ремонт машин играет диагностирование. Своевременное выявление отклонений в работе систем машины позволяет значительно сократить затраты на ремонт. Зачастую результаты проведенного диагностирования характеризуют общее состояние отдельных механизмов и машины в целом, не указывая на выход из строя какой-либо конкретной детали. Отсутствие информации о виде дефекта, его величине и месте расположения влечет за собой увеличение времени простоя машины на ремонте.

Основными элементами сложного привода, такого как трансмиссия, воспринимающими наибольшую статическую и динамическую нагрузку, являются зубчатые колеса. Появление единичных дефектов зубчатых колес является признаком скорого разрушения трансмиссии. Однако обнаружение факта наличия дефекта зуба, не является поводом для прекращения эксплуатации. Главной задачей является определение величины и места расположения дефекта в кинематической цепи трансмиссии, что позволит оценить степень влияния единичного дефекта на увеличение динамической нагруженности трансмиссии.

Для визуализации характера изменения зацепления при наличии единичного дефекта и оценки его местоположения на величину кинематической неравномерности была создана анимационная модель. Особенность данной модели состоит в том, что перемещение ведомого колеса осуществляется путем обкатки поверхности дефекта сопрягаемым профилем зуба, что позволяет оценить величину дефекта в угле поворота зубчатого колеса.

Оценка величины дефекта основана на отслеживании разницы фактического угла поворота с теоретическим углом поворота выходного вала. Место расположения дефекта определяется по периоду повторного появления дефекта и сопоставление его с периодом обкатки того или иного колеса в кинематической цепи трансмиссии.

Распознавание величины и месторасположения дефекта в кинематической цепи трансмиссии позволит расширить возможности компьютерных систем диагностики.

УДК 656.062.6/.8
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ
УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Д. А. КОЗАЧОК

Научный руководитель Н. А. КОВАЛЕНКО, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Брест, Могилев, Беларусь

Управлением запасами принято называть способ определения номенклатуры и объемов запасных частей и материалов, которые следует хранить на складе предприятия, и процесс поддержания этих запасов на оптимальном уровне.

Очевидно, что хранить все запасы на автотранспортных предприятиях (АТП) не рационально, т. к. это приведет к росту складских площадей, значительному увеличению запасов и их неэффективному использованию. Большая часть запасов окажется не востребованной. С другой стороны, поскольку отказ деталей носит случайный характер, в любой момент времени может понадобиться любая из выпускающихся запасных частей.

Для определения величины запаса и момента заказа применяются различные методы – от простейших таблиц спроса до сложных экономико-математических расчетов с применением ЭВМ. Однако в настоящее время не существует методики, учитывающей все нюансы процесса управления запасами.

В рамках исследования данных вопросов была разработана имитационная вероятностная модель системы управления запасами АТП, в которой спрос является переменной величиной. Она может быть использована для определения оптимальных значений таких параметров как размер партии поставки материалов, “точки заказа” и др. Для разработки программного обеспечения выбрана универсальная среда моделирования GPSS World. За критерий оптимальности стратегии принят минимум суммарных затрат, включающих затраты на пополнение запасов, затраты на их хранение и издержки «непокрытия», которые возникают в случае, если предприятие не может удовлетворить потребительский спрос из-за отсутствия запасов на складе. Полученная модель проверена на адекватность по результатам моделирования по критерию Фишера.

Проведенные на модели эксперименты подтверждают возможность ее использования для решения задач материально-технического обеспечения запасными частями и материалами на АТП.

УДК 621.9
ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА НА ПОВОРОТЕ

О. К. ЩЕРБАКОВА

Научные руководители: В. В. ЯЦКЕВИЧ, д-р техн. наук, проф.;

П. В. ЗЕЛЁНЫЙ, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Работа коммунально-уборочных машин в условиях плотной городской застройки осложняется ограниченным пространством дворовых территорий и проездов. В последнее время проблема стала еще более острой вследствие наличия большого количества автомобилей личного пользования, что фактически превращает дворовые территории в специфические автостоянки. Возможности улучшения маневренности универсальных колесных тракторов, которые являются базовыми для коммунально-уборочной техники, практически исчерпаны. Например, их радиус поворота за счет кинематики рулевой трапеции ограничен несколькими метрами. Одним из возможных способов поворота и реверсирования курса движения в стесненных условиях является применение дополнительного опорно-маневрового устройства. Оно может быть выполнено в виде одного или двух самоустанавливающихся колес, закрепленных на остова трактора или на его передней навесной системе и задействованных кратковременно на период маневра. Такому решению способствует дифференциальный привод ведущих задних колес тракторов и система их отдельного торможения. Устройство позволяет повернуть остов трактора с минимальным радиусом, равном $\frac{1}{2}$ ширины колеи с центром поворота под полностью установленным колесом. Опорно-поворотное колесо в это время занимает нижнее положение и находится в контакте с опорной поверхностью, а передние управляемые колеса разгружены и выведены из контакта.

В целях снижения габаритов, конструкционной массы и простоты изготовления такого устройства предпочтительным вариантом является трехопорная схема, которая является наиболее приспособленной к неровностям и не требует каких-либо компенсаторов в виде балансиров или упругих элементов. В то же время трехопорная система обладает меньшей устойчивостью по сравнению с 4-х опорной в связи со снижением размера плеча опрокидывания.

Как известно из теории, наиболее значимыми факторами для устойчивости колесной машины на горизонтальной поверхности являются ширина колеи, координата центра тяжести по высоте, радиус поворота и скорость движения.

Критическая скорость при полном реверсировании курса машины на базе трактора Т-25 при минимальном радиусе поворота $\frac{1}{2}$ ширины колеи и высоте центра тяжести от 0,5 до 1,0 м составляет 0,75.. 0,4 м/с.

УДК 636.36
СПОСОБ ПОГРУЗКИ ДЛИННОМЕРНЫХ ГРУЗОВ
НА ЛЕСОВОЗНЫЙ ТРАНСПОРТ

В. М. КВЕТЕНЬ

Научный руководитель В. А. СИМАНОВИЧ, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Погрузка хлыстов на лесовозный транспорт осуществляется в основном в два или три приема. В первую очередь это обусловлено конструкцией погрузочного устройства и её геометрическими параметрами (максимальный вылет стрелы манипулятора).

Для погрузки хлыстов на лесовозный автопоезд за один прием манипуляторная установка должна иметь достаточно большой вылет стрелы, для того чтобы была возможность захватить хлыст за центр тяжести и поднять его выше стоек коника для последующей укладки. Предлагается конструкция манипуляторной установки для погрузки длинномерных грузов, которая при вылете 7–9 метров может осуществлять погрузку за один прием.

Предлагаемая конструкция, содержит управляемый упор, который одним концом шарнирно закреплен на рукояти и имеет привод от гидроцилиндра, и выполнен в виде сектора с переменным радиусом и углублением позволяющим надежно фиксировать комлевую часть хлыста.

При погрузке деревьев лесовозный автомобиль с прицепом-ропуском устанавливается параллельно подготовленной пачке хлыстов, после чего производится установка аутригеров. При выполнении погрузочных операций оператор наводит рукоять с полноповоротным захватом на лежащий хлыст и производит его захват на расстоянии 2,1–3,3 м от комлевой части, после чего она приподнимается и направляется на управляемый поворотный упор. При действии поворотного упора на комлевую часть хлыста, вершинная его часть совершает вращательное движение, тем самым перемещается через кониковое устройство прицепа-ропуска. Затем комлевая часть хлыста переносится в кониковое устройство лесовозного тягача.

Представленная конструкция погрузочного устройства позволяет производить загрузку хлыста в коник прицепа-ропуска и лесовозного автопоезда за один прием. Данная конструкция обеспечивает выполнение приемов погрузки, которые позволят сократить технологические составляющие времени операций и как следствие увеличить производительности погрузочных работ. Предложенная конструкции погрузочного устройства по расчетным данным позволяет увеличить производительность транспортной системы на 14–22%.

УДК 629.113.004
ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
ПЕРЕВОЗОК АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Ил. В. ДЕНИСОВ
Научный руководитель Ю. В. БАЖЕНОВ, канд. техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А.Г. и Н.Г. Столетовых»
Владимир, Россия

Транспорт является важнейшей отраслью народного хозяйства, обеспечивая население и хозяйствующие субъекты в перевозках. На долю автомобильного транспорта в Российской Федерации приходится более половины объема пассажирских и три четверти – грузовых перевозок. Вместе с тем остается нерешенной задача снижения высокой дорожно-транспортной аварийности.

Сложную проблему обеспечения безопасности перевозок, выполняемых автомобильным транспортом в России, требуется решать комплексно. В этой связи можно выделить несколько наиболее значимых путей ее решения:

- совершенствование национальной системы управления безопасностью дорожного движения (БДД) с целью обеспечения экономической целесообразности мероприятий по предупреждению аварийности;
- модернизация существующей нормативно-законодательной базы в сфере обеспечения БДД и принятие новых законодательных актов, способствующих снижению дорожно-транспортной аварийности;
- обеспечение безопасности АТС в эксплуатации за счет повышения эффективности функционирования системы государственного технического осмотра, качества ТО и ремонта автомобилей на всех предприятиях автотранспортной отрасли;
- конструктивное совершенствование автомобиля, прежде всего его активной, пассивной, послеаварийной и экологической безопасности, оснащение его современными средствами информации;
- повышение качества профессионального отбора и подготовки водителей с обязательным обучением их правильным целенаправленным действиям в критических ситуациях;
- увеличение транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог и городских улиц (обеспечение необходимого качества дорожного покрытия и его сохранности в процессе эксплуатации, строительство объездных путей вокруг городов, введение пересечений в разных уровнях, автоматизированных систем управления транспортом).

УДК 656.07
ОБЪЕКТИВНЫЕ ФАКТОРЫ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
КАЧЕСТВА АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Е. В. АРЕФЬЕВ, Т. В. ОРЛОВА
Научный руководитель Ю. А. ОРЛОВ, канд. техн. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А.Г. и Н.Г. Столетовых»
Владимир, Россия

Российские компании, занятые в сфере автомобильного сервиса, еще только-только начинают осознавать необходимость создания и сертификации СМК. С другой стороны, некоторые предприятия автомобильного сервиса пока не видят в этом необходимости и, более того, пребывают в полном неведении о стандартах ISO серии 9000. Так что преимущественно реальными покупателями услуг по созданию и сертификации СМК сегодня являются средние, относительно крупные (до 1 тыс. человек) и, в большей степени, по-настоящему крупные предприятия автосервиса. Еще одна существенная черта к портрету покупателя этих услуг: он должен сознавать необходимость оптимизации своего бизнеса и ко всему трезво оценивать сегодняшнюю "суровую реальность" рынка, которая включает в себя нижеприведенные объективные факторы.

Факторы государственного регулирования. Законодательством РФ во всех спорных ситуациях, связанных с качеством и безопасностью услуг в сфере автосервиса, требуется подтверждение соответствия поставляемой на рынок услуги современному научно-техническому уровню. Наличие документированной СМК освобождает предприятие, занятое в сфере автомобильного сервиса от угрозы наступления отдельных видов административной, уголовной и имущественной ответственности, а также от необходимости оплаты специальных экспертиз и процедур по подтверждению современного научно-технического уровня поставляемой услуги.

Факторы рыночного регулирования. Сертификация СМК обеспечивает предприятию-владельцу сертификата необходимый уровень доверия на рынке, т.к. сертификат является общепринятой гарантией качества и для малоизвестного, начинающего производителя сертификат, выданный авторитетным органом, является своего рода рекомендательным письмом, от которого во многом зависит успешный дебют на рынке, особенно в такой сфере, как автосервис.

УДК 630*36
ОБОСНОВАНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ РУБИЛЬНОГО МОДУЛЯ С УЧЕТОМ
ВЛИЯНИЯ ВИБРАЦИИ НА ОПЕРАТОРА РУБИЛЬНОЙ МАШИНЫ

А. О. GERMANOVICH
Научный руководитель В. Н. ЛОЙ, канд. техн. наук, доц.
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.

Работа мобильной рубильной машины связана с резко переменным характером воздействия технологической или полезной нагрузки. Вследствие этого, при измельчении древесного сырья появляются колебания, учет которых необходим при проектировании рубильной машины.

Длительное воздействие вибрации вызывает негативные изменения физиологических функций человека. Объективно неблагоприятное действие вибрации выражается в виде пониженной работоспособности, головных болей, бессонницы, некоторого нарушения координации движения, снижения чувствительности пальцев и других проявлений, что в итоге приводит к снижению производительности работы непосредственно самого оператора, а, следовательно, и к снижению производительности рубильной машины в целом.

Основными параметрами колебаний являются: частота, амплитуда колебаний, колебательная скорость и колебательное ускорение, а к нормируемым параметрам на рабочих местах согласно Санитарным правилам и нормам № 2.2.4/2.1.8.10-33-2002 относятся: уровень виброскорости; уровень виброускорения.

В силу того, что источником вибраций является рубильный модуль, а также колебания зависят от положения центров тяжести, было произведено варьирование расположения рубильного модуля. В результате были получены значения виброскоростей центра тяжести рабочего места оператора, которые позволили полноценно оценить воздействия неблагоприятных условий работы оператора и выбрать оптимальное положение рубильного модуля.

УДК 629.113.004
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ
НАДЕЖНОСТИ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ ВАЗ-21703

Ив. В. ДЕНИСОВ
Научный руководитель Ю. В. БАЖЕНОВ, канд. техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А.Г. и Н.Г. Столетовых»
Владимир, Россия

Одним из этапов разработки методики управления техническим состоянием систем автомобиля, непосредственно влияющих на безопасность движения, является получение информации об отказах тормозной системы ВАЗ-21703.

Информация об эксплуатационной надежности тормозной системы ВАЗ-21703 получена на основе анализа статистических данных по наработкам на отказ ее элементов. Сбор статистического материала проводился на базе СТОА ООО «М-Авто». Результаты анализа надежности представлены в виде диаграммы эксплуатационных отказов наименее надежных узлов и деталей (рис. 1).

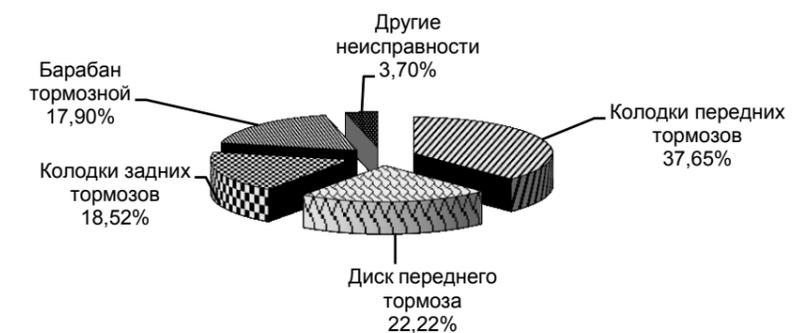


Рис. 1. Диаграмма эксплуатационных отказов элементов тормозной системы переднеприводных автомобилей ВАЗ-21703

К деталям, лимитирующим надежность тормозной системы, относят колодки и диск тормоза передней оси автомобиля. Средняя наработка до отказа тормозных колодок составляет $\bar{X}=27,78$ тыс. км, а наработка на отказ тормозных дисков $\bar{X}=44,63$ тыс. км. Небольшой ресурс данных деталей обусловлен высокой нагруженностью пары трения, что требует в эксплуатации постоянного контроля их технического состояния.

Ив. В. ДЕНИСОВ

Научный руководитель Ил. В. ДЕНИСОВ, канд. техн. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А. Г. и Н. Г. Столетовых»
Владимир, Россия

В настоящей работе выполнена теоретическая оценка надежности тормозной системы ВА3-21703-01-018, структурная схема которой показана на рис. 1.

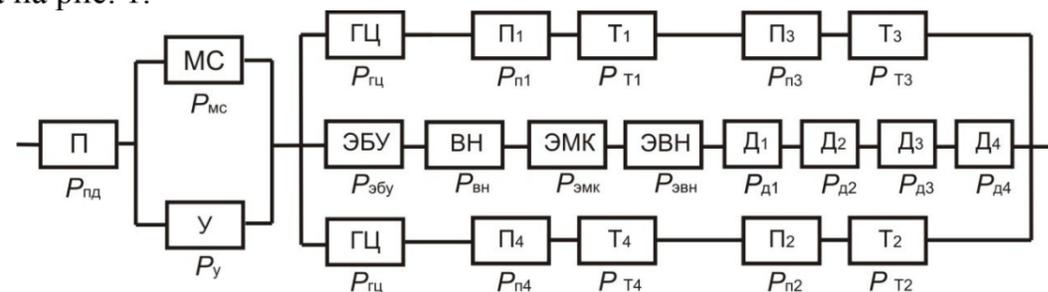


Рис. 1. Структурная схема двухконтурной тормозной системы автомобиля ВА3-21703-01-018: П – педаль; МС – механическая связь; У – усилитель; ГЦ – главный тормозной цилиндр; ЭБУ – электронный блок управления ABS; ВН – возвратный насос; ЭВН – электродвигатель возвратного насоса; ЭМК – электромагнитные клапаны; П₁ – тормозной привод колеса (рабочий цилиндр с трубопроводом); Т₁ – тормозной механизм колеса; Д₁ – датчик угловой скорости колеса совместно с ротором

Общая вероятность безотказной работы (ВБР) такой системы

$$P_{общ} = \left(P_{нд} \cdot (1 - (1 - P_{мс}) \cdot (1 - P_{у})) \right) \times \left(1 - \left[1 - (1 - (1 - P_{ГЦ} \cdot P_{П1} \cdot P_{Т1}^2))^2 \right] \right) \times \left[1 - P_{ЭБУ} \cdot P_{ВН} \cdot P_{ЭМК} \cdot P_{ЭВН} \cdot P_{Д1}^4 \right]$$

где $P_{нд}$ – ВБР органа управления (педали); $P_{мс}$ – ВБР механической связи; $P_{у}$ – ВБР усилителя; $P_{ГЦ}$ – ВБР главного тормозного цилиндра; $P_{П1}$ – ВБР тормозного привода колеса (рабочий цилиндр с трубопроводом); $P_{Т1}$ – ВБР тормозного механизма; $P_{ЭБУ}$ – ВБР электронного блока управления; $P_{ВН}$ – ВБР возвратного насоса; $P_{ЭМК}$ – ВБР электромагнитных клапанов; $P_{ЭВН}$ – ВБР электродвигателя возвратного насоса; $P_{Д1}$ – ВБР датчиков скорости вращения колеса.

А. О. GERMANOVICH

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

Для устойчивого развития экономики в республике необходимо использовать, как можно больше местных видов топлива, вторичных энергетических ресурсов и альтернативных источников энергии. Переработка отходов лесозаготовок является одной из наиболее доступных и в то же время эффективных технологий переработки древесины на топливную щепу. В этом случае рубильная машина является основным средством получения древесного топлива.

Наиболее энергоемким процессом работы рубильной машины является непосредственно измельчение древесины. Поэтому при проектировании рубильной машины довольно значительное внимание необходимо уделять усилию резания (мощности резания).

Целью работы рубильных машин является получение измельченной древесины определенного качества. Резание древесины при ее измельчении, как правило, происходит преимущественно в продольно-торцевом направлении при больших величинах подачи на резец. При этом толщина стружки во много раз превышает толщину стружки образующейся в деревообработке.

Измельчению в рубильных машинах подвергаются ветви, сучья, горбыли и некачественная стволовая древесина. В этой связи были получены и проанализированы корреляционные зависимости изменения мощности резания от диаметра измельчаемого лесоматериала, от изменения ширины загрузочного окна, при различном коэффициенте удельного сопротивления резанию и при различном коэффициенте заполнения сечения загрузочного окна. Так, например, при измельчении стволовой древесины диаметром 250 мм, при скорости подачи 0,3 м/с мощность резания находится в диапазоне 50 кВт, а при измельчении древесины диаметром 450 мм мощность возрастает более, чем в 2,5 раза.

Таким образом, при проектировании рубильной машины с автономным двигателем в силу того, что мощность резания, в зависимости от геометрических и кинематических параметров рубильного модуля, а также от свойств измельчаемой древесины, изменяется в значительных пределах, необходимо серьезно подходить непосредственно к подбору самого автономного двигателя.

УДК 629.3

ПРИМЕНЕНИЕ ДИЗЕЛЬНОГО БИОТОПЛИВА
ДЛЯ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

С. А. ГЛАДКИЙ, Ю. О. РОМАНОВСКИЙ

Научный руководитель В. М. БЛАГОДАРНЫЙ, д-р техн. наук, проф.

Учреждение образования

«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Барановичи, Беларусь

Переход к использованию биотоплива принадлежит к числу основных элементов политики ЕС, направленной на решение проблемы изменения климата. Автомобильный транспорт является главным, после энергетики, виновником попадания в атмосферу газов, вызывающих так называемый парниковый эффект. Создание, внедрение технологий производства биотоплива и использование его в различных отраслях – одна из основных задач государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности. Сокращающиеся запасы углеводородов, повышение стоимости нефтеразведки и нефтедобычи, постоянный рост цен на нефтепродукты, ухудшение экологической ситуации – все это привело мировое сообщество к осознанию необходимости поиска альтернативных видов топлива. Проблема внедрения биотоплива в повседневную практику носит двоякий характер. Во-первых, до сих пор не известна его истинная способность обеспечить снижение вредных выбросов в атмосферу. Во-вторых, всё ещё недостаточно изучено его влияние на механику двигателей – будь то биотопливо в смеси с обычным или, в особенности, чистое биотопливо, каким бы оно ни было.

Были проведены сравнительные исследования дизельного биотоплива и обычной солянки на легковом автомобиле «Фольксваген Пассат В3» 1991 г. выпуска.

Характеристика автомобиля: двигатель 1,6 TDI, масса автомобиля 1500 кг.

Исследования были проведены в течение месяца. Сначала бак заполнили 20 л обычного топлива, проехали примерно 333 км со средней скоростью 95-105 км/час. Расход топлива составил 6/100 л/км. После этого на диагностической станции была выполнена проверка автомобиля на дымность.

Такая же программа была выполнена с дизельным биотопливом. Расход топлива составил 6,09/100 л/км.

В обоих случаях автомобиль вел себя одинаково, динамика движения не изменилась. Результаты измерений двигателя на дымность практически не изменились.

Результаты исследования показали, что автомобиль работает одинаково как на обычной солянке, так и на дизельном биотопливе.

УДК 630*36

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАГРУЖЕННОСТИ
НЕСУЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ ФОРВАРДЕРА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ
ПОГРУЗОЧНЫХ И ТРАНСПОРТНЫХ ОПЕРАЦИЙ

С. А. ГОЛЯКЕВИЧ

Научный руководитель А. Р. ГОРОНОВСКИЙ, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Среди эксплуатационных отказов отечественных шарнирно-сочлененных погрузочно-транспортных машин (форвардеров) до 15–20 % приходится на потерю прочности их несущих конструкций. С целью установления причин этих отказов на базе Негорельского учебно-опытного лесхоза были проведены экспериментальные исследования нагруженности несущей конструкции форвардера МЛПТ-354, производства ПО «МТЗ».

Экспериментальные исследования проводились на погрузочных и транспортных технологических операциях: при подъеме и опускании сортиментов, движении по лесной дороге с предварительно измеренным микропрофилем ее поверхности, переезде единичных неровностей. При этом варьируемыми параметрами для транспортных операций являлись: масса перевозимой пачки, длина сортиментов, скорость движения, наличие блокировки шарнира сочленения полурам, геометрические параметры единичных неровностей, а для погрузочных операций: масса поднимаемых сортиментов, загруженность форвардера сортиментами различной длины, скорости подъема, опускания и переноса сортиментов.

Определение напряжений в шарнире сочленения полурам и лонжеронах технологического модуля форвардера производилась при помощи тензорезистивных датчиков деформаций и прямоугольных тензометрических розеток на их основе. Параметры вибронагруженности несущей конструкции форвардера определялись при помощи 5 датчиков линейных ускорений.

В результате проведения экспериментальных исследований установлено, что с ростом загруженности платформы сортиментами 4 м изгибающий момент в шарнире растет и при массе пачки в 5000 кг составляет $1,95 \cdot 10^4$ Н·м. Однако при этом величина крутящего момента, действующего в шарнире при проведении погрузочных работ уменьшается в среднем в 1,7–3 раза по сравнению с порожней машиной, что обусловлено особенностями работы несущей конструкции форвардера и параметрами его движителя.

По результатам экспериментальных исследований разработаны практические рекомендации по снижению нагруженности несущих конструкций форвардеров.