

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

Научное издание

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

Материалы международной  
научно-технической конференции  
молодых ученых  
Могилев, 18–19 ноября 2010 г.

Технический редактор И.В. Брискина

Компьютерная верстка И.В. Брискина

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

Материалы международной  
научно-технической конференции  
молодых ученых

Могилев, 18–19 ноября 2010 г.

Подписано в печать 02.11.2010г. Формат 60x84/16. Бумага офсетная.  
Гарнитура Таймс. Печать трафаретная. Усл.печ.л.14,18. Уч.-изд.л. 16,25.  
Тираж 110 экз. Заказ № 789.

Издатель и полиграфическое исполнение  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«Белорусско-Российский университет»  
ЛИ 02330/375 от 29.06.2004г.  
212030, г.Могилев, пр.Мира, 43.

Могилев 2010

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: д-р техн. наук, доц. В. М. Пашкевич; 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. Ленецкий; канд. техн. наук, доц. С. С. Сергеев; канд. экон. наук, доц. Н. С. Желток

**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, 2010. – 244 с. : ил. ISBN 978-985-492-087-0.**

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**

странному языку.....	217
ПАЩУК М.Л. Принцип индивидуализации в овладении иностранным языком.....	218
ПОПОВА В.В. Основы формирования и развития приграничных территориальных образований.....	219
РУДАНОВСКИЙ М.В., КОЗЛОВСКИЙ П.Н. Когнитивная модель системы управления информационной безопасностью организации.....	220
РЫНКЕВИЧ А.С., СТЕПАНЕНКО Д.М. Коммерциализация инноваций как фактор экономического роста.....	221
СЕДЛУХО О.В., РЫНКЕВИЧ А.С. Основные направления инновационной политики в отраслевом аспекте.....	222
СИДОРЕЙКО И.В. Факторы, обусловившие успешное начало экономической модернизации Китайской Народной Республики.....	223
СОЛДАТЕНКО М.А., НАРКЕВИЧ Л.В. Управление запасами в организации.....	224
СОЛОДКОВА Е.Л., АЛЕКСАНДРОВА С.А. Оценка конкурентоспособности промышленных предприятий Республики Беларусь.....	225
СОМИНА И.В. Управление инновациями в организации: системный подход.....	226
СТАЛЬМАХОВА А.М. Стирлинг – генераторы, прорыв в автономной энергетике XXI века.....	227
ЧМИРЁВА Е.В. Роль инноваций в производстве и социальной жизни.....	228
ШЕРОБУРКО Е.Н. Основные направления повышения конкурентоспособности продукции ОАО «Моготекс».....	229
ШЕРОБУРКО Е.Н., НЫРЦОВА А.П. Конкурентный анализ WEB-представительств предприятий швейной промышленности.....	230
ЯЦЕНКО Г.Н. Проблемы экономического развития и факторы его определяющие.....	231

КОЗЛОВА Л.Г. Проблемы обеспечения эффективного торгового ассортимента.....	196
КОЗЛОВА Л.Г. Определение эффективных товарных позиций методом анализа иерархий.....	197
КРЕКШИНА Ю.А. Социально-экономические проблемы развития России.....	198
КРЕКШИНА Ю.А. К вопросу о конкурентоспособности России.....	199
КРИВЕНКОВА И.В. Внешняя торговля высокотехнологичными товарами Республики Беларусь: некоторые аспекты.....	200
КРУПЕНЬКО Т.Л. Управление прибылью промышленных и торговых предприятий с использованием ценовых факторов.....	201
КУРОЧКИН Д.В. Логистическое образование и его необходимость в современном обществе.....	202
КУШНЕРОВА Е.Г. Совершенствование логистики денежных потоков организации.....	203
ЛИПСКАЯ Д.А., МИРОНЧИК Е.А., НАПРЕЕНКО И.В. Структурные изменения в сфере внешней торговли молочной продукцией.....	204
ЛУГОВАЯ И.А., МАРЧЕНКО Ю.А. Оценка эффективности управления маркетинговыми процессами на предприятии.....	205
МАКАРЕВИЧ О.Д. Логистика как фактор повышения конкурентоспособности организации.....	206
МАКАРЕВИЧ О.Д., КУЗЬМИНА О.О. Логистический подход к оценке и выбору потенциальных партнеров.....	207
МАТРОСОВА С.В. Цели фирмы как основа формирования ценовой политики и стратегии.....	208
МИРКИНА О.Н. Многоуровневая система управления сбытом машиностроительной продукции.....	209
МИРОНЧИК Е.А., ЛИПСКАЯ Д.А. Мировой опыт регулирования качества и безопасности сельскохозяйственной продукции и продуктов питания.....	210
МИРОНЧИК Е.А., ЛИПСКАЯ Д.А., НАПРЕЕНКО И.В. Определение прибыли предприятия.....	211
МОРОЗОВА Н.Н. Роль уровня образования на рынке труда.....	212
МЯКИНЬКАЯ В.В. Система менеджмента качества аудита.....	213
НАРКЕВИЧ Л.В. Повышение эффективности системы управления сбытом на основе продуктовых инноваций.....	214
НАРКЕВИЧ Л.В. Подходы к выбору продуктовых инноваций.....	215
ПАНЕЖА В.В., КАЗЛОЎСКАЯ Л.А. Матывацыйная дзейнасць выкладчыка на занятках беларускай мовы.....	216
ПАЩУК М.Л. Особенности дистанционного обучения ино-	

УДК 621.9  
**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ  
 ТВЕРДОСПЛАВНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ ЗА СЧЁТ МОДИФИКАЦИИ  
 ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ИНСТРУМЕНТА В ТЛЕЮЩЕМ РАЗРЯДЕ**

**А.Ф. КОРОТКЕВИЧ**

Научный руководитель Н.В. СПИРИДОНОВ, д-р техн. наук, проф.  
 Государственное учреждение высшего профессионального образования  
 «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
 Учреждение образования  
 «БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
 Могилев, Минск, Беларусь

Одним из приоритетных направлений развития для машиностроения является повышение эффективности производства путем внедрения энергосберегающих и ресурсосберегающих технологий, а также повышение конкурентоспособности выпускаемых изделий с целью их активного продвижения на рынки стран СНГ и дальнего зарубежья. Возможным направлением практического решения данных задач является применение модифицированного режущего инструмента. Повышение стойкости которого достигается путем модификации поверхностных слоев потоком заряженных частиц. Использование данного инструмента позволяет увеличить его срок службы в сравнении с немодифицированным и, следовательно, уменьшить себестоимость продукции, а также повысить производительность обработки за счёт назначения оптимальных режимов резания.

Одной из прогрессивных технологий повышения производственного ресурса режущих сменных многогранных двухкарбидных твердосплавных пластин является технология модификации структуры поверхностного слоя инструментов методом воздействия потоком низкоэнергетических частиц в тлеющем разряде. Технология была разработана на кафедре «Металлорежущие станки и инструменты» ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет» г. Могилев, под руководством д-ра техн. наук, проф. Ходырева В.И. Она позволяет повысить срок службы твердосплавного инструмента за счёт увеличения износостойкости поверхности, улучшения эксплуатационных характеристик, при сохранении геометрических и конструктивных параметров изделий.

В качестве оборудования для реализации технологии используется модернизированная вакуумная установка на базе «Булат». Общий вид модернизированной вакуумной установки представлен на рис. 1.



Рис. 1. Общий вид вакуумной установки для модификации двухкарбидных твердосплавных пластин в тлеющем разряде

Упрочнение поверхности изделий, находящихся на катоде, происходит за счет воздействия на структуру и свойства обрабатываемого материала путем бомбардировки достаточно интенсивным направленным ионным и электронным потоком. При взаимодействии направленного потока ионов и электронов с поверхностью изделий одновременно протекает несколько сложных процессов: распыление атомов с поверхности материала; внедрение бомбардирующих частиц в поверхностный слой; возникновение структурных дефектов (вакансий, дислокаций и т.д.), которые приводят к изменениям в кристаллической решетке, что обуславливает изменения физико-механических свойств обработанных поверхностей.

В отличие от других способов упрочнения твердосплавного инструмента, при данном способе, обработка ведется без какой-либо специально вводимой в рабочую камеру среды. Обработка осуществляется в остаточном воздухе. В вакуумной камере в спектре остаточного газа преобладают массы соответствующие  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $O_2$ ,  $OH^+$ ,  $H_2O$ . Так же наблюдаются интенсивные спектральные линии углеводородных серий  $C_nH_m$ . В качестве ионизатора используется титановый анод.

С целью сравнения влияния на износостойкость твердосплавных пластин вакуумного упрочнения в данных исследованиях использовались две группы пластин:

- твердосплавные пластины, упрочненные в среде низкого вакуума;
- твердосплавные пластины в состоянии поставки.

ЧМЫХОВ Д.В., ФИЛИППОВ Р.А. Организация удаленного управления в компьютерной микроскопии.....	177
ШИЛОВ А.В. Оценка индикаторных рисунков дефектов на визуализирующей магнитные поля пленке в приложенном поле....	178

**Секция 10. Социально-экономические проблемы развития общества**

АГАФОНОВ Н.С. Система контроля финансовой устойчивости страховщиков «Solvenсy II».....	179
АЛЕЙНИКОВА Ю.А., ГУНЦОВА Я.М. Понятие рисков и их классификация как основной элемент теории рисков.....	180
АЛЕКСАНДРОВ А.В., ДЕМЧУК А.Н. Логотип как инструмент товарной политики предприятия.....	181
АЛЕКСАНДРОВА С.А., АЛЕКСАНДРОВ А.В. Факторы экономического развития предприятий.....	182
БОРОДИЧ Т.А. Оценка тарифов и конъюнктуры республиканского рынка автотранспортных услуг.....	183
БУРМИНСКИЙ Д.А. Социальные аспекты управления в обеспечении безопасности опасных производственных объектов.....	184
ВАТЧЕНКО А.А. Проблемы обнаружения и обеззараживания локальных радиоактивных загрязнений.....	186
ВОЛКОВА О.В. Классификация факторов, влияющих на динамику рабочих мест.....	187
ВОРОБЬЁВА В.И. Внедрение системы управления качеством обслуживания в торговые организации.....	188
ВОРОБЬЁВА В.И., ФЕДАРЦОВА О.С. Мерчендайзинг как составная часть маркетинга.....	189
ГУНЦОВА Я.М., АЛЕЙНИКОВА Ю.А. Повышение эффективности функционирования предприятий агропромышленного комплекса в инновационных условиях.....	190
ЗЕЛЕНКОВСКАЯ Н В. Моделирование финансово-хозяйственной деятельности предприятия.....	191
ЗЕЛЕНКОВСКАЯ Н.В., АЛЕКСЕЕВА Е.С. Конкурентоспособность предприятия: методика оценки и разработка стратегии развития.....	192
КЛИМОВА Л.А., ТИТОВА А.П. Критерии выбора товаров-конкурентов для оценки конкурентоспособности продукции предприятия.....	193
КЛИМОВА Л.А., ТИТОВА А.П. Управление конкурентоспособностью организации.....	194
КОЗЛОВА Е.А. Основные направления развития учета и статистической отчетности сельскохозяйственных организаций.....	195

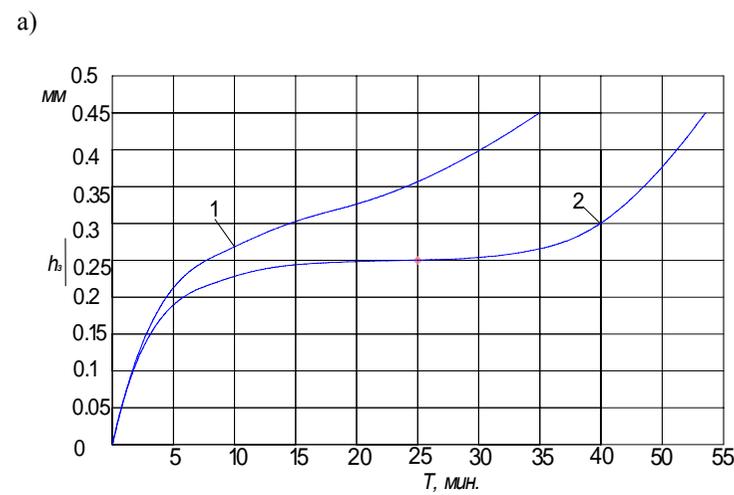
Модификация программы имитационной модели бизнес-процессов ОАО «Обувь».....	159
КАПИТОНОВ О.А., ВИШНЕРЕВСКИЙ В.Т. Разработка и исследование силового электронного модуля для асинхронных с короткозамкнутым ротором электродвигателей в электромехатронном исполнении.....	160
КОЛЬЦОВ С.В., ОВСЯННИКОВ К.В., СТАСЕНКО И.С. Последовательно-параллельная коррекция систем подчиненного регулирования с упругими связями при помощи ПИД-регулятора.....	161
КОРНЕЕВ А.П. Разработка стенда для исследования систем с распределенными параметрами.....	162
МАСЛАКОВ В.Г., АЛБКЕИРАТ Д.М. Визуальное программирование имитационных моделей производственных систем.....	163
МЕЛЬНИКОВ И.И., ЗАХАРЧЕНКОВ К.В. Автоматизация постановки имитационных экспериментов и анализа результатов моделирования.....	164
МИТРОФАНЕНКОВ Ю.Н. Определение положения в бездатчиковом вентильно-индукторном электроприводе.....	165
ПЕТРОВ Р.В. Автоматизированная технология построения имитационных моделей на основе компонентов.....	166
САМАРЦЕВ К.С. Классификация средств имитационного моделирования.....	167
ТРЕТЬЯКОВ А.С. Разработка методики расчета тепловентиляционных режимов асинхронных электродвигателей.....	168
ЯКИМОВ Е.А. Исследование временных последовательностей данных с равномерным шумом на основе SSA-метода.....	169
<b>Секция 9. Методы и приборы контроля качества</b>	
АСАДЧАЯ М.В., СЕРГЕЕВА О.С., АНДРИЕВИЧ Е.Г. Возбуждение и распространение головных волн в объектах с малой скоростью звука.....	170
БУРМИНСКИЙ Д.А. Оперативное управление безопасностью ответственного технологического процесса.....	171
ГАЛУЗИНА Е.М. Лазерные методы диагностики и контроля свойств радиопоглощающих материалов.....	172
МАКАРЕВИЧ С.Д. Устройство для определения и регистрации амортизационных показателей шлема пожарного.....	173
РОМАНЕНКО Р.П., ПЛЕШКАНЬ Н.М. Способ определения стойкости лиофобных дисперсных систем.....	175
СКУРТУ И.Т. Параметрическое описание магнитных характеристик применительно к диагностике и проектированию устройств с магнитной цепью.....	176

Экспериментальные исследования проводились на деталях «Кронштейн 152» и «Палец 103» на предприятии ОАО «ГАиМ» г.Бобруйск. Первая деталь обрабатывалась на агрегатно-копировальном станке модели КМ 151, вторая – на токарно-винторезном станке с ЧПУ модели 16ВТ20ПCNC13. В качестве режущей многогранной неперетачиваемой пластины для обработки детали «Кронштейн 152» использовалась пластина 02114-120612 ГОСТ 19048-80 Т15К6 в двух вариантах поставки: без покрытия и с покрытием TiC, для обработки детали «Палец 103» – пластина 160410R11 СТ25М Т15К6.

Определялась возможность производить обработку деталей модифицированным инструментом на более интенсивных режимах в сравнении с режимами резания инструментом в состоянии поставки.

По результатам исследований были построены графики зависимости износа инструмента по задней поверхности от времени обработки (рис. 2).

Из приведенных графиков следует, что наблюдается повышение износостойкости как для многогранных неперетачиваемых пластин без напыления, так и для пластин с напылением карбида титана (TiC).



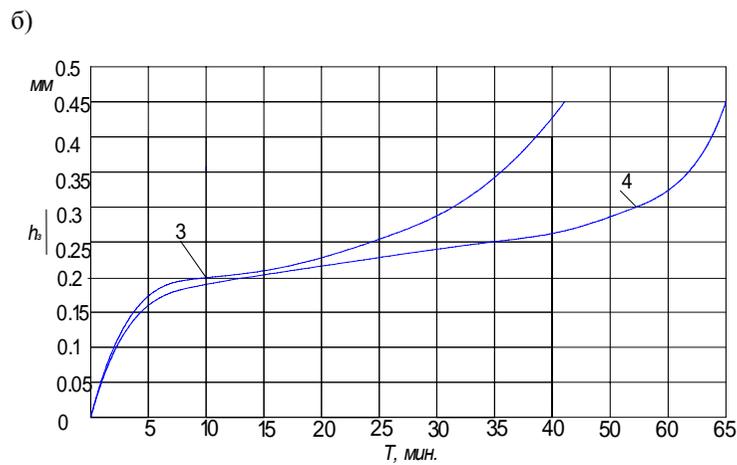


Рис. 2. Графики износа: а – износ многогранных неперетачиваемых пластин из T15K6; б – износ многогранных неперетачиваемых пластин из T15K6 + TiC: 1 – пластинки T15K6 в состоянии поставки; 2 – пластинки T15K6 модифицированные; 3 – пластинки T15K6 + TiC в состоянии поставки; 4 – пластинки T15K6 + TiC модифицированные

Важной задачей является определение оптимальных режимов резания для осуществления обработки модифицированными инструментами. Определение режимов резания является одной из главных задач в разработке технологических процессов при металлообработке, проектировании специальных и агрегатных станков и автоматических линий. Они служат основой в определении кинематики и динамики станка.

Назначение режимов резания для инструментов в состоянии поставки не вызывает особых сложностей. Для модифицированного инструмента этот вопрос изучен не полностью и является перспективным направлением научных исследований.

Для правильного решения вариационной технико-экономической задачи определения оптимальных режимов резания, в том числе и для модифицированных инструментов, большое значение имеет выбор критерия оптимальности. В большинстве случаев в качестве критерия оптимальности принята себестоимость одной операции или одной детали. В условиях рыночных отношений себестоимость продукта наиболее полно отражает количество затраченного на его производство общественно необходимого труда, независимо от времени и места его приложения. Но для условий крупносерийного и массового производства в качестве критерия опти-

кость изгибаемых железобетонных элементов с напрягаемой арматурой на основе углеродных волокон.....	141
СИГАЙ Е.А. Применение альтернативной степенной функции в нелинейных расчетах неоднородной среды.....	142
СКОМОРОХИН Ю.В. Повышение уровня цементного производства и замена «морально» устаревшего оборудования.....	143
СЛАВИНСКАЯ М.А., МОРГУН А.В., БОЛОШЕНКО Ю.Г. Отделочные материалы на основе вторичного сырья.....	144
СТАРОСТИНА О.А. Применение бетонов высокой морозостойкости в железобетонных конструкциях.....	145
ТИМОФЕЕВ С.А. Применение пористых асфальтобетонов в нижних слоях дорожных покрытий.....	146
ФИЛИПЧУК С.В. Замкнутые железобетонные рамы при малоцикловых нагрузках.....	147
ХАМЕНОК Е.В. К уточнению общего деформационного метода расчета усиленных железобетонных конструкций, работающих на изгиб с кручением.....	148
ХАТКЕВИЧ А.М. Поперечное армирование кирпичных стоек сетками в виде плоских спиралей.....	149
ХЕВЕЛЕВА А.В. Воздействие радиационного загрязнения на конструкции зданий и сооружений.....	150
ЯКУБОВСКАЯ О.А. Добавка STG-3 – эффективный модификатор бетона для производства железобетонных конструкций.....	151
ЯКУНЕНКО С.А. Упрочнение оснований фундаментов методом вертикального армирования грунтов микросваями.....	152
ЯРОВАЯ А.В., БОРИСЕВИЧ А.С. Напряжения в металлополимерном стержне на упругом основании.....	153

### Секция 8. Автоматизация и электропривод

АЛЬХОВИК С.А. Методология object-process model как альтернатива UML при моделировании сложных систем.....	154
БОРЧИК Е.М., СТЕПАНОВ А.И., ТРЫНКИН Д.В. О концептуальной модели производственного процесса крашения тканей набивным способом.....	155
ДУХАНИН С.А. Перспективы развития и применения электропривода.....	156
ЕВДОКИМОВИЧ П.Ю. Подсистема анимации в методике виртуальных испытаний.....	157
ЕФИМЕНКО Е.В. Анализ методов параметрического контроля скорости вращения ротора асинхронного электродвигателя электропривода с тиристорным регулятором напряжения (ТРН).....	158
ЗАХАРЧЕНКОВ К.В., ЕМЕЛЬЯНОВ И.А., ЖУКОВА О.А.	

КОЛОМАЦКАЯ С.А. Инновации в производстве и применении изделий из автоклавного ячеистого бетона.....	120
КОНОНЧУК А.П. Исследование по нормальным сечениям железобетонных балок усиленных разными методами.....	121
КОПЫЛОВ А.С. Нечеткое управление вращающейся печью для обжига цементного клинкера.....	122
КОРНИЙЧУК А.И. Влияние малоциклических знакопеременных нагрузок на прочность наклонных сечений изгибаемых железобетонных элементов.....	123
КУЛИНА Л.О., ЧИСТОВА Т.А. Применение модифицированного доломитового щебня в составе асфальтобетона.....	124
ЛАЗОВСКИЙ А.Д. Исследование работы контактного соединения бетон – углепластиковая арматура.....	125
ЛАЗОВСКИЙ Е.Д. Усиление изгибаемых железобетонных конструкций в зоне среза.....	126
ЛЕОНЕНКО Д.В. Собственные колебания трехслойного стержня на упругом основании Пастернака.....	127
МАРЧЕНКОВА И.В. Увеличение несущей способности железобетонных плит методом создания неразрезности.....	128
МЕЛЬНИК С.В. Исследование работы усиленных железобетонных балок при действии малоцикловых нагрузок.....	129
МЕЛЬНИКОВА И.С. Учет качества автомобильных дорог при оценке эффективности работы дорожных организаций.....	130
МУСТАФА М.Г. К проблеме оценивания остаточной прочности поврежденных бетонных сжатых элементов.....	131
ОСТРАЯ Е.А. Проблема расчета прочности поврежденных изгибаемых железобетонных элементов.....	132
ПАНАСЮК В.В. Экономия электроэнергии при изготовлении арматурных изделий.....	133
ПОДКОЛЗИН М.М. Зеленое строительство – основное направление экологизации строительства в регионах России.....	134
САННИКОВА О.Г. Экспериментальное исследование железобетонных элементов из напрягающего бетона.....	135
СЕДЛЯРОВ Е.О. Активация щебня для производства работ по ямочному ремонту дорог.....	136
СЕМЕНЮК Е.Я. Деформирование земной поверхности на подрабатываемых территориях.....	137
СЕМЕНЮК Е.Я., ЖИЛИНСКИЙ Д.И., КОРБУТ Д.С. Улучшение строительных материалов введением полимерных добавок.....	138
СЕМЕНЮК О.С. О расчёте бесшарнирных арок на действие радиально-направленных равномерно распределенных нагрузок....	139
СИВУШЕНКО Н.С. Прочность, жесткость и трещиностой-	

мальности может быть принята наибольшая производительность обработки.

При проведении расчетов необходимо принимать во внимание ряд факторов, относящихся к заготовке, станку и инструменту, являющихся основными элементами технологического процесса и накладывающих ограничения на режимы резания. Данные факторы называются техническими ограничениями. Одним из них является режущие возможности инструмента. Это ограничение устанавливает взаимосвязь между скоростью резания, обусловленной принятой стойкостью инструмента, материалом режущей части инструмента, его геометрическими параметрами, глубиной резания, подачей, механическими свойствами обрабатываемого материала, с одной стороны, и скоростью резания, определяемой кинематикой станка, с другой.

Коэффициент  $K_v$ , входящий в формулу по расчету скорости резания, учитывает изменение условий обработки по сравнению с нормативными. Модификация твердосплавного инструмента приводит к изменениям его физико-механических свойств, что определяет свойства такого инструмента, как отличные от нормативных. Следовательно, при расчете скорости резания для обработки инструментом, модифицированным методом низкоэнергетического воздействия возникает необходимость введения нового дополнительного коэффициента  $K_{mod}$ , входящего в состав общего поправочного коэффициента  $K_v$ . Дополнительный коэффициент  $K_{mod}$  показывает возможность повышения скорости резания за счёт модификации инструмента в состоянии поставки. На основании экспериментов были определены величины  $K_{mod}$  при черновой обработке от 1,6 до 2, при чистовой обработке от 1,2 до 1,4.

Для автоматизации расчета оптимальных режимов резания модифицированным инструментом была разработана специальная программа. Программа представляет собой исполняемый файл, созданный в среде Delphi 5. Структура программы строится на основе модульного принципа программирования. Это дает возможность поэтапной разработки программы, постепенно присоединяя написанные модули к ранее отлаженным.

УДК 69.005  
АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ  
ШПУНТОВОЙ СТЕНКИ В УПРУГОЙ СРЕДЕ С УЧЕТОМ  
КОНСТРУКТИВНОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТЕЙ

К.В. ДМИТРИЕВА

Научный руководитель С.В. БОСАКОВ, д-р техн. наук, проф.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

В работе выполнен подробный анализ современного состояния задачи и объекта исследования – шпунтовой стенки, как конструкции, широко используемой в условиях плотной городской застройки. В частности, показаны: особенности использования, конструкции и расчета шпунтовых ограждений. По условиям строительства и эксплуатации подпорные и ограждающие конструкции испытывают сложный характер нагрузжений и перемещений. Поэтому при проектировании необходимо учитывать совместную работу грунтового основания и самой конструкции.

Экспериментальные исследования работы подпорной стенки, позволяют сделать вывод, что характер действия нагрузки на подпорную стенку более соответствует предпосылкам теории упругости, чем теории предельного равновесия.

Анализ программных комплексов, имеющих в своей основе МКЭ, показал, что в них не реализуются расчеты, учитывающие одновременно два типа нелинейностей (физическую и геометрическую).

Широкое применение теория расчета тонкостенных элементов, взаимодействующих с деформируемым основанием, находит в строительстве. В рамках работы был выполнен обзор основных деформационных теорий грунта и его моделей, существующих методов расчета ограждающих конструкций.

К настоящему времени проблема выбора расчетной модели основания и метода расчета решается неоднозначно. По-видимому, дальнейшее развитие этого вопроса вряд ли приведет к созданию единой универсальной модели, описывающей всё многообразие физических явлений, происходящих в естественных грунтах, и в каждом конкретном случае выбор той или иной модели будет обусловлен ее практической целесообразностью. Следует отметить, что наиболее полно в исследованиях задач контактных взаимодействий освещена постановка задачи для линейно-упругой конструкции на линейно-упругом основании. Вопрос о решении задачи о нелинейно-упругой конструкции на нелинейно-упругом основании изучен значительно хуже. Объясняется такая картина тем, что в нелинейной поста-

БОЛОШЕНКО Ю.Г., БУРКО Т.С., СЕМЕНЮК И.С. Работа бетона на основе отходов литейно-металлургических производств в условиях малоциклового нагружения.....	102
БОЛОШЕНКО Ю.Г., ХМЕЛЬНИЦКИЙ Е.С. Особенности работы тяжелого бетона при малоцикловом нагружении.....	103
БОЧАРОВА Н.В. Алгоритм пользовательского интерфейса к вычислительному ядру программы SdCAD.....	104
ГАЙЧУК И.В. Работа двухшарнирной железобетонной рамы с искусственной регулировкой усилий.....	105
ГАЛАЛЮК А.В. Вопросы определения прочности кладочных элементов в соответствии с EN772-1.....	106
ГОМОН П.С. Особенности работы балок таврового сечения при воздействии малоциклового нагружения.....	107
ДМИТРИЕВА К.В. Контактная задача для штампа на упругом клине со свободными гранями.....	108
ДОВБЕНКО В.С. Усиление и восстановление железобетонных конструкций полимерной композицией «Силор».....	109
ЕВТУХОВА Е.В., АДАРЧЕНКО Е.О. Анализ повреждений деревянных конструкций, эксплуатирующихся длительные сроки...	110
ЖУКЪЯН П.П. Выбор рациональной методики испытания на сцепление арматуры с бетоном.....	111
ЗАДОРОЖНИКОВА И.В., УЖЕГОВА О.А., РОТКО С.В. Эффективный расчет каменных и армокаменных конструкций с использованием ЭВМ.....	112
ЗДИТОВЕЦ Е.И., ВРУБЛЕВСКАЯ В.В. Оценка поврежденности железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в агрессивных средах.....	113
ИЛЬЮЧИК В.В. Анализ методов расчета соединений деревянных элементов на шурупах, работающих на выдергивание, согласно ТКП EN 1995-1-1-2009 и ТКП 45-5.05-146-2009.....	114
КАРПЕНКО С.В. Уравнения равновесия однослойной круговой пластины типа Тимошенко.....	115
КОВАЛЕНКО А.А. Особенности работы сборно-монолитного перекрытия серии Б.1.146.1-1.02 В.1.....	116
КОЖЕМЯКИНА Е.В., МЕДВЕДЕВ В.Н. Внешнее листовое армирование при усилении изгибаемых железобетонных элементов.....	117
КОЗЕЛ А.Н. К расчету заделки консольных балок в кирпичную кладку.....	118
КОЗУНОВА О.В. К вопросу о влиянии функциональной зависимости в законе нелинейно-упругого деформирования основания на напряженно-деформированное состояние балочной плиты.....	119

НАУМЕНКО А.Е. Оценка потерь энергии в гидросистеме од- ноковшового фронтального погрузчика МоАЗ-4048.....	84
СИВАЧЕНКО Т.Л. К возможности производства строитель- ных материалов на основе штифтового способа измельчения.....	85
СЛАВИНСКИЙ А.А. Методы имитационного моделирования на основе современных информационных технологий.....	86
СУДАКОВА В.А. Алгоритм первичной обработки информа- ции при импульсной диагностике трансмиссий машин.....	87
ШАМБАЛОВА М.Г. Применение компьютерной диагностики при оценке технического состояния трансмиссий машин.....	88

**Секция 6. Проектирование, производство и эксплуатация  
автомобильного транспорта**

ВАТЧЕНКО А.А. Возможности повышения срока эксплуата- ции и надежности пожарных центробежных насосов.....	89
КУЧИК А.С. Моделирование процесса трогания с места карь- ерного самосвала грузоподъемностью 90 тонн.....	90
ПЛЯКИН Р.В. Методика выбора величины перекрытия золот- ника исполнительного механизма управления фрикционами гидро- механической передачи (ГМП).....	91
ПУЗАНОВА О.В. Исследование эффективности адаптивного управления гидромеханической передачей автомобиля.....	92
ШАПОВАЛОВА О.А. Повышение ресурса гидромеханиче- ской передачи улучшением теплового режима работы фрикционов.	93

**Секция 7. Инновации в строительстве**

АДАРЧЕНКО Е.О. Изучение гидратации цемента сразу после изготовления образцов с учетом тепловлажностной обработки.....	94
АЛЕКСЕЕВЕЦ В.И. Малоцикловая выносливость гвоздевых соединений.....	95
АЛЕКСЕЕВЕЦ И.И. Экспериментальные исследования проч- ности, деформативности и трещиностойчивости внецентренно сжатых железобетонных элементов при действии малоцикловых нагрузок со знакопеременными эксцентриситетами.....	96
АНДРИЙЧУК А.В. Работа элементов кольцевого сечения из сталефибробетона при повторных нагрузках.....	97
БАБИЧ В.Е. О граничных условиях перераспределения усилий в неразрезных железобетонных балках.....	98
БАБИЧ Е.Е. Исследование анкеровки стержней, обрываемых в пролетах изгибаемых железобетонных элементов.....	99
БЕЙ И.Н. Конструкции покрытия плавательного бассейна в г.Пружаны.....	100

новке принцип независимости действия сил не применим. Следовательно, необходимо решать численно совокупность нелинейных уравнений в частных производных, или прибегать к итерационным подходам. Чаще всего попытки решить задачу в нелинейной постановке приводят к созданию авторами собственного подхода к решению конкретной задачи.

Обзор существующих теоретических и экспериментальных исследований показал, что на современном этапе, характер напряженно-деформированного состояния конструкций в грунте раскрыт не полностью. Остаются нерешенными такие вопросы:

- 1) сложное очертание контура основания;
- 2) учет одновременно нескольких видов нелинейностей, в частности физической нелинейности материала стенки и конструктивной нелинейности, вызванной особенностями грунтового основания.

В работе выводятся уточненные формулы для перемещений границ плоского клина со свободными гранями от действия сосредоточенных и распределенных нагрузок, приложенных к границе клина (рис. 1). Полученные результаты могут быть использованы при решении разнообразных контактных задач для клиновидных оснований.

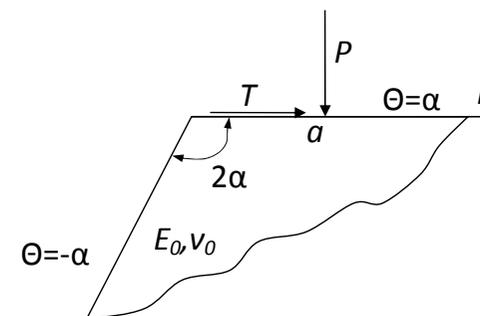


Рис. 1. Загружение плоского упругого клина нормальной и касательной к грани сосредоточенными силами

Предполагается, что клин имеет большую длину в направлении оси  $z$ , а силы  $P$  и  $T$  являются погонными нагрузками и имеют размерность силы, поделенной на единицу длины. Такой клин находится в условиях плоской деформации. Материал клина является изотропным.

Для определения перемещений в плоском клине со свободными гранями от действия распределённой нагрузки (рис. 2), произвольно направленная равномерно-распределенная нагрузка раскладывается на нормальную и касательную к грани клина. В дальнейшем задача решается отдельно для каждой из составляющих нагрузки.

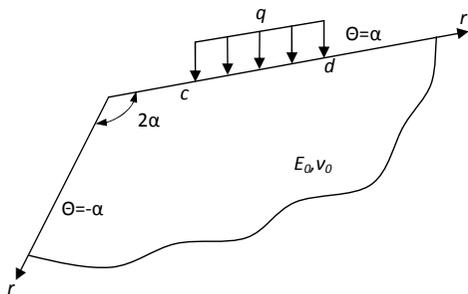


Рис. 2. Схема плоского клина под действием равномерно-распределенной нагрузки

Разработан алгоритм определения перемещений границ щели в упругой полуплоскости с ломаным контуром (рис. 3), необходимый для дальнейшего расчета шпунтовой стенки в упругой среде.

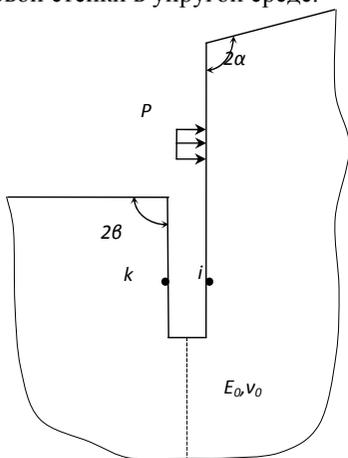


Рис. 3. Щель в упругом основании

В работе поставлена и решена задача о расчете стенки произвольной гибкости в упругой полуплоскости (рис. 4) с ломаным контуром на действие горизонтальной нагрузки с учетом односторонних связей на контакте стенки и полуплоскости. Расчет выполнен способом Б.Н. Жемочкина и

рошковых материалов с экзотермическим эффектом..... 66  
 ЮРЧАК А.Н., ТКАЧЕНКО И.В. Электрошлаковые технологии в производстве полых цилиндрических заготовок..... 67

**Секция 4. Новые технологии в сварочном производстве**

БЕНДИК Т.И. Особенности конечно-элементного расчета соединений, выполняемых контактной точечной сваркой..... 68  
 БОЛОТОВ С.В., БАНСЮКОВА Е.Л. Система контроля комплекса параметров контактной точечной сварки..... 69  
 ВОРОБЬЕВ А.О. Программно-аппаратный комплекс для экспериментальных исследований на базе продуктов NI..... 70  
 ИВАНОВА Л.Е. Влияние параметров режима сварки на магнитные свойства соединений рабочих органов комбайнов..... 71  
 ЛИПКОВА А.В. Механические свойства соединений сваренных с использованием газа МАФ (метилацетилен-алленовая фракция)..... 72  
 ЛОГВИНА Е.В. Обеспечение точности букс колесных пар грузовых вагонов в процессе восстановления..... 73  
 ЛУПАЧЕВ А.В. Повреждение антикоррозионных цинковых покрытий при дуговой сварке проволоками на основе меди..... 74  
 ПОЛЯКОВ А.Ю. О формировании соединений при рельефной сварке пакета по схеме рельеф – пластина – рельеф..... 75  
 ФУРМАНОВ С.М. О программном управлении процессом контактной точечной сварки с обжатием периферийной зоны..... 76  
 ЧЕРНЫЙ А.Н., ИВАНОВА Л.Е. Применение магнитных методов контроля для оценки напряженно-деформированного состояния оборудования..... 77

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

ГАВРУНОВ А.Ю. Новый подход к измельчению в вибрационных мельницах..... 78  
 КОЗИК А.С., БУЙЛОВ О.А. О природе адгезии связных грунтов с рабочими органами землеройных машин..... 80  
 КУТУЗОВ В.В. Метод определения наработки окупаемости, прибыльной и убыточной эксплуатации строительных и дорожных машин..... 81  
 ЛУКАШКОВ Н.Н. Имитационное моделирование пневматического движителя..... 82  
 МАЛАХОВ А.Л. Применение вибромеханизмов горизонтального действия для повышения эффективности уплотнения дорожных покрытий..... 83

ШВАЙБОВИЧ А.В. Лазерный метод контроля геометрических параметров деталей машин.....	47
ШИНГИРЕЙ К.В. Особенности использования явления трения	48

**Секция 3. Технологии получения и обработки новых материалов и покрытий**

АНТИХОВИЧ И.В. Осаждение композиционных никель-УНТ покрытий из сульфатно-хлоридного электролита.....	49
БЕЛАЯ М.А., ШЕМЕНКОВА А.Л. Модифицирование безвольфрамовых твердых сплавов обработкой тлеющим разрядом.....	50
БУСЕЛ Д.А., ОСТРОВСКАЯ Е.Ф. Получение водных дисперсий эпоксидных олигомеров различного химического строения.....	51
ГРУША В.П., ОРУНОВ Р.Ж. Актуальность литья намораживанием полых заготовок малого диаметра из специальных чугунов.	52
ЕФИМОВ А.М. магнитное упрочнение с наложением ультразвуковых колебаний.....	53
ЖУКАЛОВ В.И. Материалы для изготовления лайнера полнокомпозитных баллонов.....	54
ЖУКАЛОВ В.И. Сорбенты нефти из полимерных волокнистых melt-blown материалов.....	55
ЖУРОВ М.М., ДЕМЬЯНЧИК Е.М. Нанодисперсные природные минералы в качестве адсорбентов нефти и нефтепродуктов.....	56
ЛЕПИХОВ А.Ю., ХОМЕЦ У.С. Технологии получения и обработки износостойких чугунов.....	57
ЛИННИК А.В. Влияние ультразвука на свойства покрытий при магнитно-электрическом упрочнении.....	58
ЛОЗИКОВ И.А. Литые сплавы электротехнического назначения, полученные с применением механически легированной лигатуры.....	59
ЛЫСЕНКОВА А.В., ТИТЕНКОВ В.П. Исследование свойств легкоплавкой керамической связки для абразивного инструмента...	60
МАЛАХАТКА Ю.Н. Разработка способа очистки сточных вод от тяжелых металлов.....	61
МАРТЫНОВ А.В., МАКАРЕВИЧ В.А., КРИПИНЕВИЧ С.К. Эффект безизносности трущихся деталей машин.....	62
МИХЕДОВА Е.В. Синтез и свойства композиционных покрытий железо-ультрадисперсные алмазы.....	63
ПРИХОДЬКО И.В. Реологические и теплофизические свойства наполненных смазок.....	64
САЧЕНКО Ю.В., МУСИК А.А. Механизм разделки непрерывнолитого слитка линии (НГЛЗ).....	65
ФЕДОСЕНКО А.С. Напыление плазменных покрытий из по-	

подтвержден методом конечных разностей (для стенки из физически линейного/нелинейного материала).

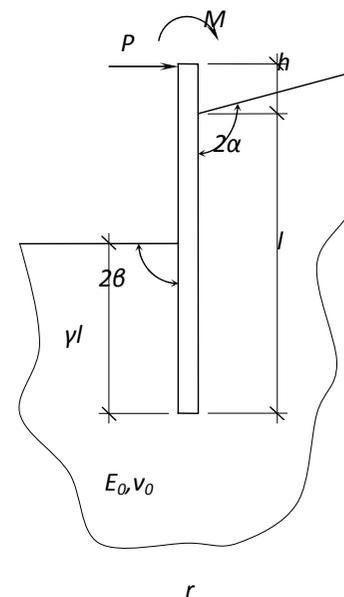


Рис. 4. Горизонтально нагруженная стенка в упругой среде

На основании выполненных исследований была разработана методика и составлена программа расчета системы «шпунтовое ограждение - грунт».

А.А. СЛАВИНСКИЙ

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

Стремительный рост потребности в строительных, дорожных и подь-  
 емно-транспортных машинах усиливает актуальность вопросов, связанных  
 с эффективностью их эксплуатации.

Жизненный цикл автокрана – это несколько последовательных этапов:  
 проектирование, производство, эксплуатация и техническое обслуживание.



Рис. 1. Жизненный цикл автокрана

Самый продолжительный этап «эксплуатация». Автокран – высоко-  
 гидрофицированный объект, поэтому безопасность, безотказность и долго-  
 вечность гидропривода на этом этапе – целевой путь в достижении высо-  
 ких эксплуатационных показателей машины в целом. По статистике на до-  
 лю гидропривода приходится более половины от общих отказов. Этому  
 способствуют тяжелые внешние условия эксплуатации техники: темпера-  
 тура окружающей среды, влажность, загрязненная рабочая среда. Все пе-  
 речисленное приводит к значительному ухудшению функциональных и  
 эксплуатационных характеристик и, что особенно важно, к росту экономи-  
 ческих затрат.

Но не стоит забывать, что этому этапу предшествовал этап «произ-  
 водство». Необходимо отметить, что невнимательность изготовления, не-  
 качественный контроль и неудовлетворительные условия организации ра-

СУБОЧ С.Н., УЛЬЯНОВ Н.И. Планирование траекторий сборочно-сварочных роботов при ограничениях на положение и ориентацию технологического инструмента.....	29
СУХОЦКИЙ С.А. Метод ППД плоских поверхностей с магнитным приводом деформирующих шаров.....	30
ТЕРЕХОВ М.В. Автоматизированный подбор режущего инструмента на основе 3D модели и чертежа детали.....	31
ФИЛИПЕНКО Е.В. Разработка установки для исследования поведения формовочной смеси под нагружением.....	32
ШАТУРОВ Д.Г. Основные методы оптимизации процесса резания чашечными резцами.....	33

**Секция 2. Механика машин и механизмов**

БАСЬКОВ А.А. Ускорительные головки на основе шариковой передачи.....	34
БЕЛОМЫЦЕВ В.В. Моделирование нагружения узла крепления модульной инструментальной оснастки.....	35
ГЛУХЕНЬКИЙ В.В., БОДНАРУК В.Б. Учебный насосно-моторный стенд.....	36
ГОЛОВИНА Е.С. Влияние типа и условий смазки на изменение характеристик трения в трибофатической системе.....	37
ДАЙНЕКО А.О., БОНДАРУК В.Б. Внедрение лабораторного стенда по исследованию силовых характеристик пневматического домкрата в учебный процесс.....	38
ЖУРОВ М.М., БОНДАРУК В.Б. Исследование характеристик изолирующего противогаса при помощи стенда-имитатора внешнего дыхания человека.....	39
КОМИССАРОВ В.В., КАРАСЬ М.В. Экспериментальные исследования проскальзывания в паре трения.....	40
КОЦУБА В.И. Анализ колебаний инерционных качающихся решет.....	41
КРИВОНОГОВА Е.Г., ГОНЧАРОВ П.С. Планетарные магнитные приводы, разработанные на базе прецессионных передач различных типов.....	42
ЛИФАНОВ А.В. Численное моделирование процесса нагрева с учетом наличия фронта деструкции.....	43
ЛИФАНОВ А.В. Численное решение задачи расчета режимов работы центробежного насоса.....	44
ПРУДНИКОВ А.П. Планетарные роликовые передачи со сборной конструкцией ведомого вала.....	45
РОГАЧЕВСКИЙ С.Н. Методика прочностного расчета червячной передачи с телами качения на червяке.....	46

## СОДЕРЖАНИЕ

### Пленарное заседание

КОРОТКЕВИЧ А.Ф. Повышение эффективности токарной обработки твердосплавным инструментом за счет модификации поверхностного слоя инструмента в тлеющем разряде.....	3
ДМИТРИЕВА К.В. Анализ напряженно-деформированного состояния шпунтовой стенки в упругой среде с учетом конструктивной и физической нелинейностей.....	8
СЛАВИНСКИЙ А.А. Бортовая диагностика гидропривода – как средство безопасной и эффективной эксплуатации автокрана....	12

### Секция 1. Технология машиностроения, автоматизация технологических процессов и производств

АФАНЕВИЧ В.В. Определение глубины наклепа материала после инерционно-импульсной обработки.....	16
БАРСУКОВ Г.В., АЛЮШИН Е.Г. Интенсификация процесса резания сверхзвуковой гидроабразивной струей путем наложения направленной вибрации.....	17
ГАЛЮЖИН Д.С., ШИШКОВ Е.И., ЧЕХОВСКИЙ А.Г. Расширение кинематических возможностей зубофрезерного станка.....	18
ГАПОНЕНКО Е.В. Решение прямой и обратной задач о положении станка с параллельной кинематикой.....	19
ИЛЬЮШИНА Е.В. Инструмент для финишной пневмоцентровой обработки глухих отверстий.....	20
ИЛЬЮШИНА Е.В., РОГОМАНЦЕВА Н.М. Новая технология обработки рабочей поверхности стальной заготовки гильзы гидроцилиндра.....	21
КОРОТКЕВИЧ А.Ф. Экологические аспекты технологии повышения стойкости двухкарбидного твердосплавного инструмента в тлеющем разряде.....	22
ЛЕВКИНА Л.Б. Автоматизация разработки постпроцессоров для современного высокотехнологичного металлообрабатывающего оборудования.....	23
ЛЕОНОВ Ю.А. Автоматизированная подготовка конструкторско-технологической информации о заготовке.....	24
МАРТЫНЕНКО А.А. Разработка автоматизированной советующей системы выбора стратегий обработки элементарных поверхностей на современном технологическом оборудовании.....	25
МИРОНОВА М.Н. Использование семантических сетей для обеспечения точности обработки концевым инструментом.....	27
РУЛЬКО Н.Н. Резание материалов гидроабразивным лучом: история создания и развития.....	28

бочих мест на данном этапе так же способствует увеличению отказов гидропривода. Так как в результате этого гидросистема уже в самом начале приобретает различные загрязнения: окалина от сварки трубопроводов, остатки абразивных частиц и притирочных паст, металлической стружки, резинотехнических изделий и др. А на этапе «технического обслуживания» – недостаточный уход и устаревший подход к обеспечению надежности гидропривода, основанный на системе планово-предупредительных ремонтов. Такой регламентный характер обслуживания не всегда соответствует действительному техническому состоянию гидропривода, так как не учитывает индивидуальных конструктивных и эксплуатационных особенностей.

К главным характерным недостаткам системы планово-предупредительных ремонтов стоит отнести:

- недоиспользованный ресурс узлов и агрегатов;
- несвоевременный ремонт;
- необоснованная разборка гидросистемы.

Регламентация операций процесса технического обслуживания по времени находится в зависимости от средней статистической наработки на отказ. Наработка на отказ сильно колеблется и имеет значительный разброс. Наблюдения д-р техн. наук Н.Г. Гринчара, собранные им в период 1984–2003 гг., численно подтверждают величину разброса. В табл. 1 представлены некоторые данные, собранные Н.Г. Гринчаром в ходе анализа путевых, строительных, дорожных и подъемно-транспортных машин.

Табл. 1. Наработка на отказ элементов гидропривода

Гидроаппараты	Наработка на отказ (Tmin-Tmax)/Tmid, ч			
	Стреловые краны	Одноковшовые экскаваторы	Машины транспортного строительства	Путевые машины
Насосы нерегулируемые	3000-8500 5750	1000-5000 3000	1000-3000 2000	1000-5000 3000
Насосы регулируемые	2500-800 5250	500-5000 2750	– –	– –
Гидромоторы аксиально-поршневые	3000-8500 5750	1000-5000 3000	1000-3000 2000	1000-5000 3000
Гидроцилиндры	2200-10000 6100	6500-13000 9250	600-10000 5300	1000-6400 3700
Клапаны предохранительные – переливные	3000-15000 9000	6500-15000 10750	2800-5800 4300	1000-13000 8000
Фильтры	1000-3000 2000	1000-6200 3600	500-2500 1500	1000-6000 3500
Шланги РВД	500-5000 2750	3000-10000 6500	300-5000 2650	300-5000 2650

Результат разброса наработки на отказ – преждевременность замены агрегатов или узлов, не выработавших свой ресурс, или наоборот чрезмерно поздняя замена. Поспешность замены несет с собой экономическую неэффективность в размере невыработанного ресурса заменяемого агрегата или узла. Поздняя замена – в размере невыработанных ресурсов узлов и агрегатов, вышедших из строя по причине позднего обнаружения и устранения нарастающего постепенного отказа или ввиду отсутствия возможности мгновенного обнаружения внезапного отказа и выработки мер не допускающих дальнейшую работу. Экономические затраты в этом случае являются внеплановыми и приводят к значительной экономической неэффективности.

Однако все описанное – лишь частности, в сравнении с глобальными процессами. Постоянно растущие запросы рынка требуют увеличения функциональных и эксплуатационных возможностей, т. е. увеличения грузоподъемности (в настоящее время востребованы краны грузоподъемностью до 1200 т), возникает необходимость работы в сложных условиях, при этом обеспечивать высокие показатели безотказности и долговечности, а так же сокращение времени на возвращение работоспособности в случае возникновения неполадок. Кроме этого, наличие элементарных средств бортовой диагностики в современных реалиях уже негласное требование.

Реализация требований в части увеличения функциональных и эксплуатационных возможностей приведет к усложнению автокрана, а вместе с этим и к росту его стоимости. В этом случае недостатки системы планово-предупредительных ремонтов будут особенно чувствительными, поскольку стоимость единицы времени работы автокрана будет расти пропорционально росту его функциональности. Таким образом, переход от массового обслуживания к индивидуальному – дело времени.

В этом ракурсе теперь понятно негласное требование – наличие бортовой диагностики. Именно оснащение каждой машины системой, которая могла бы собирать, обрабатывать, хранить информацию в течение всего жизненного цикла и на основе этой информации оперативно анализировать состояние автокрана, добавит индивидуальность в деле обеспечения безотказной и эффективной эксплуатации автокрана. Анализ целого парка машин, оборудованных такой системой, позволит совершенствовать неотъемлемые этапы жизненного цикла автокрана: «производство» и «техническое обслуживание».

Как уже было отмечено, автокран – высокогидрофицированный объект, поэтому основой для создания подобной системы послужит разработка бортовой системы диагностики его гидропривода (БСДГ). Основные функции БСДГ: сбор данных, их анализ и по его результатам оперативное информирование оператора о состоянии автокрана, акцентируя внимание на неполадках в работе гидропривода и обнаруженных неисправностях.

Г.Н. ЯЦЕНКО

Научный руководитель А.В. ОДАРЧЕНКО, канд. экон. наук, проф.  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.Шухова»  
Белгород, Россия

Повышение уровня экономического развития предприятия, его конкурентоспособности невозможно без глубокого исследования уровня качества, эффективности инвестиций в основной капитал.

Вопросами экономического роста занимались многие ученые и исследователи. Среди них можно назвать А. Смита, который в работе «Исследование о природе и причинах богатства народов» первым ввел термин основного и оборотного капитала и охарактеризовал зависимость уровня нормы прибыли и экономического развития – «здоровья нации». Наиболее бурно создание концепций экономического развития происходит в XXI веке. На сегодняшний день выделяются следующие процессы: экономический рост, модернизация и экономическое развитие. Для граждан современного общества экономический рост – это, прежде всего, восприятие изменений стандартов жизни. Экономический рост определяет количественное изменение производственной системы (государства в целом, отдельной отрасли или предприятия), которое выражается в росте ВВП или валового (чистого) дохода на предприятии. Уровень влияния на экономический рост и развитие различных факторов изменяется в зависимости от их сбалансированности в возникшей ситуации.

Качественные изменения характеризуют интенсивный экономический рост, а их отсутствие – экстенсивный.

В настоящее время под модернизацией следует понимать элемент экономического развития в случае, если результатом обновления производственной системы является рост её эффективности. Экономическое развитие – это целенаправленное прогрессивное изменение состава, взаиморасположения и взаимодействия элементов, уровня и качества функционирования производственной системы, обеспечивающее повышение её эффективности. Экономический рост и развитие тесно взаимосвязаны между собой.

Естественно, наиболее благоприятным следует считать последний. Такой вариант предполагает обновление материально-технической базы, повышение производительности труда, уровня инвестиций в воспроизводство основных средств, снижение удельных норм расхода ресурсов, рациональное управление затратами.

Е.Н. ШЕРОБУРКО, А.П. НЫРЦОВА

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

Применение Интернет-технологий в международной торговле является новым шагом по сравнению с существующими способами проведения международных торговых операций. Оно способствует расширению потенциала рынка и обеспечивает более полное удовлетворение запросов клиентов посредством взаимодействия поставщика и заказчика. В связи с этим анализ уровня и качества собственного web-представительства и сайтов предприятий-конкурентов приобретает все большее значение. Основу конкурентного анализа эффективности web-представительства составляет методика оценки сайта предприятия-экспортера, разработанная Фондом информационного содействия и развития Министерства иностранных дел Республики Беларусь.

Основными показателями эффективности web-сайта являются:

- а) число уникальных пользователей;
- б) число посещений;
- в) частота посещения;
- г) число новых пользователей;
- д) географическое распределение пользователей;
- е) число просмотров страниц;
- ж) глубина просмотра;
- з) пути по сайту;
- и) длина посещения;
- к) стоимость одного уникального посетителя (cost per unique user - CPUU);
- л) стоимость одного посещения (cost per visit - CPV).

В процессе конкурентного анализа эффективности web-представительств ЗАО МШФ «Вяснянка», ОАО «Элема» и ЗАО «Калинка» было выявлено, что сайт ОАО «Элема» в наибольшей степени соответствует современным требованиям, предъявляемым к Интернет-ресурсам предприятия. Так, интегральный показатель его эффективности составил 4,195 баллов, в то время как сайты ЗАО «Калинка» и ЗАО МШФ «Вяснянка» – 3,755 и 3,265 соответственно.

Основными направлениями повышения эффективности использования Интернет-ресурсов ЗАО «МШФ «Вяснянка» являются: совершенствование структуры сайта, создание электронной формы заказа, создание нового образа сайта; увеличение степени интерактивности сайта; применение счетчиков посещаемости; участие в проекте «Виртуальные выставки в Белоруссии» и др.

При сборе данных важно соблюдать компромисс: с одной стороны – количество информации, с другой – отношение цены системы к цене автокрана. Альтернативный вариант – особый способ сбора информации в интерактивном режиме, что, кроме всего прочего, позволяет вести электронный паспорт автокрана (ЭПА).

Отметим положительные стороны ЭПА:

– информация собирается в одном месте в течение всего жизненного цикла;

– любая манипуляция фиксируется и за нее отвечает конкретное лицо;

– информация индивидуальна для каждого автокрана.

Можно отметить характерные этапы функционирования БСДГ.

1. Настройка самой системы. На этом этапе задаются теоретически предельные значения параметров.

2. Настройка автокрана. Система помогает отлаживать автокран, контролируя необходимые параметры, рекомендуя значения, предупреждая. Запоминает параметры заводской настройки автокрана.

3. Приемочные испытания. На этом этапе заполняется электронный паспорт автокрана. Система запоминает параметры эталонных характеристик на всех режимах функционирования.

4. Работа автокрана. Система контролирует диагностические параметры.

5. Диагностика состояния в процессе технического обслуживания.

6. В течение всего цикла записывается статистическая информация в бортовой накопитель.

Внедрение БСДГ автокрана позволит:

– оперативно оценивать техническое состояние автокрана в автоматическом режиме (результаты отображаются на панели оператора, акцентируя внимание на неполадках в работе гидропривода и обнаруженных неисправностях);

– подробно оценить техническое состояние автокрана в процессе технического обслуживания без разборки автокрана, получая недостающую информацию в интерактивном режиме от диагноста;

– собирать информацию в едином центре, в случае наличия парка машин оборудованных системой. Анализ статистической информации позволит выявить проблемные места этапов «производство» и «техническое обслуживание»;

– статистическая информация, собранная центром, потенциально может использоваться для научных исследований в этой области.

Бортовая диагностика это не только средство для оперативной оценки технического состояния автокрана, но и фундамент для его устойчивого развития.

В.В. АФАНЕВИЧ

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

Для реализации способа инерционно-импульсной обработки отверстий разработан инерционно-импульсный раскатник. Принцип его работы следующий. Инструмент устанавливается в шпинделе задней бабки станка и подводится к вращающейся заготовке. От нее вращение передается на ведущий элемент редуцирующего узла инструмента. Далее редуцированное вращение передается на выходное звено этого узла, являющееся опорным элементом для деформирующих шаров. На торце опорного элемента выполнена замкнутая периодическая волнообразная канавка. Особенность ее исполнения состоит в том, что деформирующие шарики, обкатываясь по ней в наиболее удаленных от оси вращения инструмента точках, выступают за наружную цилиндрическую поверхность. С другой стороны движение шариков ограничивается пазами сепаратора, который в процессе обработки не совершает вращательного движения. Относительно этих пазов деформирующие элементы совершают возвратно-поступательное движение и наносят удары по обрабатываемой поверхности. За счёт того, что частота вращения заготовки и частота вращения опорного элемента различны, при продольной подаче происходит обработка всей внутренней цилиндрической поверхности.

Важным эксплуатационным параметром, определяющим износостойкость обработанной поверхности, является глубина проникновения наклепа поверхностного слоя.

В модуле конечных элементов COSMOSWorks разработана модель удара шарика по поверхности. Она позволяет определить глубину проникновения наклепа и величину остаточных напряжений в поверхностном слое обработанной заготовки. Ударная сила, с которой деформирующий элемент (шарик) действует на обрабатываемую поверхность, зависит от скорости движения шарика, его размеров, материала и др. Скорость шарика в свою очередь зависит от частоты вращения заготовки. Поэтому глубиной проникновения наклепа в процессе обработки поверхности можно управлять при помощи изменения частоты вращения заготовки.

Таким образом, разработанная модель позволяет определять глубину залегания наклепа в поверхностном слое в зависимости от условий обработки.

Е.Н. ШЕРОБУРКО

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

Моделирование и оценка уровня конкурентоспособности продукции предприятия являются важным этапом в принятии решения об инвестировании в дорогостоящие НИОКР, о создании новых производственных мощностей, повышает вероятность коммерческого успеха нового товара.

В результате проведения оценки конкурентоспособности ОАО «Моготекс» методом попарного сравнения было выявлено, что продукция предприятия в целом конкурентоспособна по техническим, эксплуатационным и экономическим параметрам. Вместе с тем были выявлены некоторые резервы роста конкурентоспособности. Результаты исследования позволяют выработать следующие рекомендации по совершенствованию деятельности предприятия:

- сосредоточить ресурсы предприятия на деятельности в рамках рынка Российской Федерации, на котором ткани ОАО «Моготекс» признаны наиболее конкурентоспособными;
- разработать и внедрить пакет дополнительных сервисных услуг с учетом потребительских предпочтений на целевых сегментах;
- разработать план мероприятий по концентрации усилий по продвижению продукции на ведении агрессивной имиджевой рекламы и презентационной работы совместно с дилерскими фирмами в целевых регионах;
- разработать и реализовать план по снижению себестоимости продукции с учетом внедрения нового технологического оборудования для производства тканей, приобретения более дешевого сырья. В этой связи представляет интерес продукция китайских предприятий, как поставщиков сырья и материалов;
- максимально расширить свое участие в конкурсных торгах по закупке вещевого имущества для нужд Министерства обороны, Таможенного комитета, Министерства по чрезвычайным ситуациям, Министерства внутренних дел на внутреннем и внешнем рынках;
- систематически оценивать конкурентоспособность продукции на наиболее важных сегментах для выявления тенденций и корректировки мероприятий по ее повышению.

УДК 338  
РОЛЬ ИННОВАЦИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ И СОЦИАЛЬНОЙ ЖИЗНИ

Е.В. ЧМИРЁВА  
Научный руководитель Е.Н. ЧИЖОВА, д-р экон. наук, проф.  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.Шухова»  
Белгород, Россия

Неэффективное использование научных достижений в производстве и социальной жизни препятствует стабильному социально-экономическому развитию общества.

Инновация – это результат инвестирования в разработку нового знания и получение ранее не применявшейся идеи по обновлению сфер жизни людей с последующим внедрением в производство научных достижений. Инновации – это передовые технологии, обеспечивающие развитие экономики и, в конечном итоге, улучшающие качество жизни людей.

Не менее важную роль инновации играют в совершенствовании технологических и социальных инновационных процессов. Ими необходимо научиться целенаправленно управлять для обновления сфер жизни и деятельности человека в реорганизации социума.

Инновационный процесс – последовательность этапов воплощения идеи в конкретный полезный результат: создание новых потребительских качеств и благ, получение прибыли, достижение конкурентоспособности.

Любое открытие осуществляется на индивидуально-личностном уровне и становится научной инновацией лишь тогда, когда получает определенное признание в научном сообществе и на рынке товаров и услуг.

К основным проблемам социально-экономического развития общества относятся: общая техническая и технологическая отсталость многих предприятий, отсутствие действенной связи науки с производством, относительно низкие расходы на научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки.

Без применения инноваций практически невозможно создать конкурентоспособную продукцию, имеющую высокую степень наукоемкости и новизны.

Современное общество обязано реагировать на инновации, принимать и осваивать их в производстве, социальной, культурной и других областях человеческой деятельности. Непринятие инноваций немедленно порождает застой социальной жизни.

УДК 621.961  
ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ СВЕРХЗВУКОВОЙ  
ГИДРОАБРАЗИВНОЙ СТРУЕЙ ПУТЁМ НАЛОЖЕНИЯ  
НАПРАВЛЕННОЙ ВИБРАЦИИ

Г.В. БАРСУКОВ, Е.Г. АЛЮШИН  
Научный руководитель Г.В. БАРСУКОВ, д-р техн. наук, проф.  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Орёл, Россия

В публикациях последних лет значительное внимание уделялось исследованию рациональных условий гидроабразивного резания, в которых большинство исследователей ограничиваются изучением роста производительности обработки материала, зависящей от следующих технологических параметров: рабочего давления истечения струи и диаметра гидросопла, которые однозначно определяют скорость струи, расхода рабочей жидкости, массовой и объёмной концентрации используемого абразивного наполнителя [1].

Авторами предлагается способ повышения производительности резания гидроабразивной струей путём наложения направленных вдоль реза вибраций. В ходе теоретических исследований были получены расчетные схемы и зависимости характера колебаний и амплитудно-частотных характеристик наложенной вибрации, теоретически рассчитан частотный диапазон возможного эффекта повышения производительности процесса резания и чистоты поверхности реза. В ходе подготовки к проведению эксперимента было предпринято решение о необходимости проектировки экспериментального вибростола, обеспечивающего предполагаемый диапазон колебаний разрезаемого материала, направленных вдоль реза. В качестве вибропривода принят магнитострикционный вибратор, идеально подходящий для решения поставленной задачи вследствие обеспечения оптимальной ширины частотного регулирования и дискреции.

Полученные теоретические и экспериментальные результаты направлены на повышение производительности гидроабразивного резания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барсуков, Г. В. Управление качеством и дискретное регулирование технологической системы гидрорезания / Г. В. Барсуков // Справочник. Инженерный журнал. – 2004. – № 7. – С. 53–57.

Д.С. ГАЛЮЖИН, Е.И. ШИШКОВ, А.Г. ЧЕХОВСКИЙ  
Научный руководитель П.Н. ГРОМЫКО, д-р техн. наук, проф.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Обработка конических зубчатых колес – это сложный и трудоемкий процесс, который требует применения специализированного зубообрабатывающего оборудования и больших временных затрат.

Для реализации процесса конического фрезерования в настоящее время создано большое количество приспособлений и устройств. По этому вопросу проведен ряд исследований и представлены различные подходы к решению проблемы, выполнены разработки приспособлений и устройств. Однако, все они направлены на переориентацию заготовки колеса относительно режущего инструмента. Это ограничивает получаемый подобными способами ряд изделий по номенклатуре и типоразмерам.

Исследования проводились на базе зубофрезерного станка модели 5Е32. Для нарезания сателлитного колеса планетарной прецессионной передачи способом конического фрезерования, необходимо обеспечить совместную работу двух подач: вертикальной и радиальной. Работа вертикальной подачи выполнялась непосредственно кинематикой станка, а движение радиальной подачи обеспечивается за счет передачи движения от независимого привода, через маховичок ручной подачи. Таким образом, решилась проблема совместной работы двух подач. Взаимосвязь величин подач и параметров нарезаемого колеса устанавливается по следующей зависимости:

$$\frac{S_{РАД}}{S_{ВЕРТ}} = \operatorname{tg} \alpha, \quad (1)$$

где  $\alpha$  – угол начального конуса обрабатываемого колеса, град.

Для силовой части привода подобраны двигатель и на основе исходных данных спроектирован планетарный прецессионный редуктор типа 2К-Н. Проведены расчет и анализ требуемых теоретически точных профилей зуба пространственно-модифицированных колес и упрощенных профилей.

На основании теоретических и практических исследований, была осуществлена практическая реализация привода радиальных подач, с целью получения возможности изготовить на зубофрезерном станке 5Е32 сателлит планетарной прецессионной передачи, имеющий пространственно-модифицированные зубья с углом начального конуса в пределах 2–3 градусов.

А.М. СТАЛЬМАХОВА  
Научный руководитель Ю.П. БАЖКОВ  
Учреждение образования  
«ГОМЕЛЬСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ»  
Гомель, Беларусь

Человечество стоит перед небывалым энергетическим кризисом. Потребление нефти и природного газа в мире растет, и их запасы неумолимо сокращаются. В развитых странах ведется интенсивная работа над использованием альтернативных топливных элементов, в частности, над двигателем Стирлинга с использованием энергии Солнца, газа и других источников тепловой энергии. Так, двигатели Стирлинга фирм Philips, STM Inc., Daimler Benz, Solo, United Stirling мощностью от 5 до 1200 кВт имеют эффективный КПД более 42 %, ресурс – более 40 тыс. ч, удельную массу – от 1,2 до 3,8 кг/кВт. В последнее время в ряде стран ведутся работы по созданию двигателей Стирлинга для коттеджей и частных домов. Преимущества этого двигателя очевидны, т. к. его термодинамический КПД практически равен КПД высокотемпературных топливных элементов, в тоже время, отходящее тепло может эффективно использоваться для отопления.

Уникальные качества такого двигателя – способность работать плавно и бесшумно, практически не загрязняя воздух и не потребляя смазки, делают его единственным тепловым двигателем, который может безвредно работать в любом жилом помещении (садовом домике, городской квартире и т.п.). Выходное напряжение – 220 В. Для освещения небольшой комнаты расход пропана составляет 30 грамм в час. Поэтому двигатель достаточно долго работает от баллончика газа для заправки газовых зажигалок. После небольшой переделки Стирлинг–генератор может использовать газ непосредственно из бытовой газовой сети.

Представляется реальная возможность дешево и быстро электрифицировать местность, на время восстановления ЛЭП, пострадавшую от ЧС природного и техногенного характера.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Трофимова, Т. И.** Курс физики / Т. И. Трофимова. – М: Издательский центр «Академия», 2007. – 560 с.
2. **Кудинов, В. А.** Техническая термодинамика: уч. пособие для ВТУЗов / В. А. Кудинов. – М: Высшая школа, 2005. – 360 с.

УДК 334.716.001.76

УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИЯМИ В ОРГАНИЗАЦИИ:  
СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД

И.В. СОМИНА

Научный консультант Ю.А. ДОРОШЕНКО, д-р экон. наук, проф.  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.Шухова»  
Белгород, Россия

Системный подход находит все более широкое применение в экономической науке. Не является исключением и инновационная сфера. В то же время подавляющая часть разработанных учеными концепций инновационного развития, базирующихся на системном подходе (концепции технологических систем, промышленных кластеров, национальных инновационных систем), затрагивают экономические системы более высокого уровня, нежели предприятие (организация).

Инновационную систему предприятия (систему управления инновациями), следует рассматривать как совокупность составных частей (подсистем, элементов), обладающую сложной структурой внутренних взаимосвязей и взаимодействующую с окружающей средой, обеспечивающую реализацию инновационных процессов в соответствии с миссией и целевыми установками данного предприятия.

Инновационная система микроуровня должна строиться с учетом важнейших системных свойств организации (адаптивность, гибкость, устойчивость, эмерджентность, неаддитивность, иерархичность, целостность, управляемость, самоорганизация и др.), а также специфики инновационных процессов (уникальность, цикличность, высокий уровень риска и трудоемкости, повышенная зависимость от интеллектуального ресурса и прочие). Базовыми структурными элементами системы должны являться управляющая, управляемая и обеспечивающая подсистемы.

В соответствии с международным стандартом ИСО 9004:2008 инновационность признается имманентным признаком системного подхода к менеджменту, неотъемлемой составляющей устойчивого функционирования микроэкономических систем. Предприятие представляет собой открытую систему, поэтому важно, чтобы оно было ориентировано на сбалансированные потребности заинтересованных сторон (потребителей, конкурентов, сотрудников организации, общества в целом и т.д.). Безусловно, инновационная система каждого субъекта должна строиться индивидуально с учетом присущих ему особенностей.

УДК 621–752.2

РЕШЕНИЕ ПРЯМОЙ И ОБРАТНОЙ ЗАДАЧ О ПОЛОЖЕНИИ  
СТАНКА С ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ КИНЕМАТИКОЙ

Е.В. ГАПОНЕНКО

Научный руководитель Л.А. РЫБАК, д-р техн. наук, проф.  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.Шухова»  
Белгород, Россия

В последние годы появился новый класс станков с параллельной кинематикой, у которых все координаты связаны, и перемещение по любой одной координате требует одновременного согласованного изменения всех других. Решение задачи кинематики и определения положения пространственного механизма является базовым начальным этапом определения всей структуры мехатронной системы.

Рассмотрим прямую задачу кинематики применения параллельной структуры для металлорежущего станка, обрабатывающего детали сложной поверхности. Решение обратной задачи может быть сведено к нахождению длин штанг через векторный контур. Применение подобного подхода для решения прямой задачи не представляется возможным. Предлагается построить функцию, отвечающую за прямое решение, путем аппроксимации значений полученных из решения обратной задачи. В качестве инструмента аппроксимации функции был выбран аппарат нейронных сетей. Суть применения сети для аппроксимации сводится к настройке весовых коэффициентов таким образом, чтобы при подаче на вход сети точек из выборки, получать соответствующие им значения на выходе с определенной точностью. Процесс настройки называется обучением сети. Наиболее привлекательным для нашей задачи оказался метод имитации отжига.

На вход обучаемой сети подавались тестовые значения длин штанг, на выходе получали декартовы координаты. В качестве варьируемых параметров выступали: количество точек тренировочного набора, изменяемое от 60 для 8000, число скрытых слоев, и число нейронов, составляющих скрытый слой. Число нейронов принималось равным 10 и 60.

При изменении числа нейронов скрытого слоя для разного числа точек тренировочной выборки было получено семейство кривых. Из полученных графиков видно, что при достаточном количестве примеров ошибка незначительно уменьшается с увеличением числа нейронов в скрытом слое. Возрастание ошибки на графиках соответствующих числу точек выборки 60 и 700 объясняется недостаточным их количеством. Таким образом, можно сделать вывод о том, что количество точек тренировочного набора должно превышать количество связей в НС не менее чем в 5 раз.

Е.В. ИЛЬЮШИНА

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

Финишная пневмоцентробежная обработка (ПЦО) глухих отверстий затруднена тем, что в процессе обработки отработавший сжатый воздух имеет возможность выхода из инструмента лишь с одной стороны. Давление в кольцевой камере инструмента увеличивается, изменяется величина перепада давлений на входе в инструмент и кольцевой камере, что отражается на скорости вращения шаров и на результате обработки поверхности отверстия. Приходится изменять режимы обработки и проводить дополнительно поисковые исследования для оптимизации процесса.

Разработан инструмент для финишной ПЦО глухих отверстий, состоящий из корпуса с закрепленными на нем дисками и сопловым кольцом, образующими кольцевую камеру со свободно размещенными в ней рабочими телами – шарами. Инструмент имеет односторонний зазор между заготовкой и диском инструмента для выхода отработавшего сжатого воздуха в атмосферу, а площадь кольца, образованного этим зазором, равна удвоенной площади кольца для зазора, используемого при двухстороннем выходе воздуха. Сопловое кольцо имеет плоскую площадку, выполненную перпендикулярно оси сопла, а также угол  $\alpha = 0 \dots 60^\circ$ , позволяющий увеличивать силу давления струи воздуха, выходящей из сопла, на шары.

Использование такого инструмента позволяет, не меняя режимы обработки, получить необходимое качество поверхности обрабатываемого глухого отверстия. При этом величина перепада давлений на входе в инструмент и кольцевой камере, а, следовательно, и скорость вращения шаров остаются такими же, как и в случае двухстороннего выхода воздуха в атмосферу.

Применение соплового кольца с плоской площадкой, выполненной перпендикулярно оси сопла и имеющей угол наклона от 0 до  $60^\circ$ , позволяет увеличить силу давления струи воздуха, выходящей из сопла, на шары. Следовательно, увеличивается скорость вращения шаров, а также сила деформационного воздействия шара на обрабатываемую поверхность. Это позволяет уменьшить величину подводимого к осевому каналу инструмента давления сжатого воздуха, получив в результате обработки необходимое качество обработанной поверхности.

Е.Л. СОЛОДКОВА, С.А. АЛЕКСАНДРОВА

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

В эпоху глобализации и интернационализации производства единственным критерием его эффективности и востребованности выпускаемой продукции является конкурентоспособность. Конкурентоспособность предприятия – это его преимущество по отношению к другим предприятиям данной отрасли внутри страны и за ее пределами. Основой конкурентоспособности предприятия является конкурентоспособность его продукции.

Можно выделить три основных стратегических подхода к ведению конкурентной борьбы для получения конкурентных преимуществ:

- стремление иметь самые низкие в отрасли издержки производства;
- поиск путей дифференциации производимой продукции от продукции конкурентов (стратегия дифференциации);
- фокусирование на узкой части, а не на всем рынке.

Оценка конкурентоспособности РУП «Могилёвлифтмаш» показала:

- экспансия зарубежных компаний и жесткая конкуренция между постсоветскими предприятиями поспособствовали значительному расширению модельного ряда;
- постоянные инновации, модернизация оборудования и расширение производства стали основными предприятиями в конкурентной борьбе;
- серьезными преимуществами продукции предприятия явились: максимальное сокращение сроков монтажа лифтов, оптимальное сочетание цены и качества;
- разработана и внедрена новая стратегия в области сбыта – создание сборочных производств на базе своих торгово-сервисных центров за рубежом.

Мировой финансовый кризис не обошел стороной данное предприятие. Несмотря на снижение эффективности финансово-хозяйственной деятельности, уровень рентабельности продаж сократился незначительно.

Помимо основной, предприятие активно осваивает выпуск «смежной» продукции, что способствует повышению устойчивости его функционирования.

Сейчас перед предприятием стоит новая задача – организация сбыта в страны ЕС, что обуславливает необходимость дальнейшей работы по повышению конкурентоспособности продукции и предприятия.

М.А. СОЛДАТЕНКО, Л.В. НАРКЕВИЧ

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

Рынок кондитерских изделий активно развивается, являясь одним из самых перспективных, ведущих направлений современной пищевой промышленности. Покупатель готов платить больше, если товар будет лучше вкуснее и полезнее, а также иметь привлекательный вид. Для этого нужно проводить модернизацию производства. Закупка импортного оборудования позволит предприятиям расширить ассортимент выпускаемой продукции и повысить качество изделий.

В конкурентной борьбе предприятия должны прилагать максимум усилий и использовать еще большие средства, чтобы достичь эффекта узнавания своей продукции потребителями.

Кондитерские изделия сегодня входят в ежедневный рацион – поэтому следует в большом количестве на рынке представлять продукцию всех сегментов (от эконом до элитного), причем ценовая разница между дорогим и более дешевым сегментами не должна быть слишком большой. Предлагается выпускать больше продуктов с начинкой, глазурию, прослойкой, посыпками, добавление начинок повысит потребительскую привлекательность изделий, отпускную цену.

Спросом будут пользоваться изделия, предназначенные для здорового питания, поскольку с каждым годом увеличивается число покупателей, ориентированных на здоровый образ жизни. Покупатели желают приобретать по-настоящему натуральные продукты, произведенные без использования консервантов, красителей и искусственных добавок, несмотря на то, что ее цена может в разы превышать стоимость обычных изделий.

Желание торговца выставить большое количество кондитерских наборов на ограниченной площади часто приводит к тому, что коробки оказываются перевернутыми, а упаковки частично закрытыми. Продажи следуют увеличивать за счет расширения ассортимента и грамотной выкладки.

Можно порекомендовать в магазинах наличие в отделе материалов для художественной упаковки подарков, а также увеличение продаж при помощи совместной выкладки и соседства товаров (например, шоколадные наборы и алкоголь).

Е.В. ИЛЬЮШИНА, Н.М. РОГОМАНЦЕВА

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

Известна технология обработки рабочей поверхности гильз гидроцилиндров, включающая размерную лезвийную обработку, поверхностное пластическое деформирование жесткими рабочими элементами до получения на обрабатываемой поверхности параметра шероховатости  $Ra = 0,16 \dots 0,11$  мкм и суперфинишную пневмоцентробежную обработку (ПЦО) рабочими телами – шарами, поверхность которых имеет шероховатость  $Ra \leq 0,08$  мкм, до получения на обрабатываемой поверхности параметра шероховатости  $Ra \leq 0,1$  мкм.

Использование данной технологии зачастую ограничено тем, что поверхностное пластическое деформирование жестким роликовым накатником не всегда обеспечивает получение на внутренней цилиндрической поверхности параметра шероховатости  $Ra = 0,16 \dots 0,11$  мкм. Большинство отечественных предприятий обеспечивает получение после поверхностного пластического деформирования шероховатость поверхности  $Ra$  в пределах  $0,32 \dots 0,2$  мкм, что является недопустимым при обработке по вышеуказанной технологии, где очень важно выдерживать диапазон в пределах  $Ra = 0,16 \dots 0,11$  мкм под суперфинишную ПЦО.

Данная проблема решается применением в таких случаях новой технологии, защищенной патентом на изобретение Республики Беларусь и включающей размерную лезвийную обработку, поверхностное пластическое деформирование жесткими рабочими элементами и пневмоцентробежную обработку. Поверхностное пластическое деформирование осуществляют жесткими рабочими элементами до получения на обрабатываемой поверхности параметра шероховатости  $Ra$  в пределах  $0,32 \dots 0,2$  мкм, а пневмоцентробежную обработку осуществляют сначала шарами, поверхность которых имеет параметр шероховатости  $Ra = 0,1$  мкм, а затем шарами с параметром шероховатости  $Ra \leq 0,04$  мкм.

В результате обработки по новой технологии на оптимальных режимах достигается шероховатость обрабатываемой поверхности гильзы гидроцилиндра по параметру  $Ra = 0,07 \dots 0,09$  мкм.

Предлагаемая технология пригодна для жестких, средней жесткости, маложестких и тонкостенных заготовок.

УДК 621.902:504

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ  
СТОЙКОСТИ ДВУХКАРБИДНОГО ТВЕРДОСПЛАВНОГО  
ИНСТРУМЕНТА В ТЛЕЮЩЕМ РАЗРЯДЕ

А.Ф. КОРОТКЕВИЧ

Научный руководитель Н.В. СПИРИДОНОВ, д-р техн. наук, проф.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Минск, Беларусь

В современной промышленности предъявляются высокие требования к экологическим аспектам применяемых технологий. При этом требования к вновь разрабатываемым технологиям являются одними из основных моментов при рассмотрении возможности внедрения технологий в производство. Вводится ряд стандартов и штрафных санкций, делающих выпуск промышленной продукции во вредных условиях экономически невыгодным. Следовательно, для обеспечения конкурентоспособности новых технологий наряду со снижением себестоимости и повышением качества выпускаемой продукции необходимо стремиться к обеспечению их экологичности.

Технология повышения стойкости режущих сменных многогранных двухкарбидных твердосплавных пластин является достаточно новой и до сегодняшнего момента не были проведены исследования её с точки зрения экологических аспектов. Обработка осуществляется в остаточном воздухе. В вакуумной камере в спектре остаточного газа преобладают массы соответствующие  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $O_2$ ,  $OH^+$ ,  $H_2O$ , так же наблюдаются интенсивные спектральные линии соответствующие углеводородным сериям  $C_nH_m$ . Вследствие процесса распыления в камере в незначительных количествах присутствуют ионы кобальта, титана, вольфрама и углерода. Анализ воздушного состава рабочей зоны производился при помощи газоанализатора Testo350M/XL с учетом ГОСТ 12.1.005 – 88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», ГОСТ 12.1.016 – 79\* «Воздух рабочей зоны требования к методикам измерения концентраций вредных веществ», ГОСТ 12.1.007 – 76\* «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

Результаты исследований показали, что все вещества, которые можно отнести к вредным веществам для здоровья человека и имеющие место при реализации данной технологии ( $CO$ ,  $NO_2$ ,  $H_2S$ ) находятся в рамках предельно допустимых концентраций.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что процесс не токсичен и соответствует требованиям по защите окружающей среды.

УДК 323 (510)

ФАКТОРЫ, ОБУСЛОВИВШИЕ УСПЕШНОЕ НАЧАЛО  
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ  
КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

И.В. СИДОРЕЙКО

Научный руководитель Ю.И. МАЛЕВИЧ, д-р полит. наук, проф.  
Учреждение образования  
«ГОМЕЛЬСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ»  
Гомель, Беларусь

В настоящее время в Республике Беларусь, как в государстве переходного типа, всё чаще указывается на необходимость экономической модернизации, при этом определенные исследовательские круги ссылаются на опыт Китайской Народной Республики (КНР). В этой связи возникает вопрос, имеются ли в наличии в нашей стране факторы, обусловившие начало быстрого экономического роста в КНР в 1979 г.

Указанный рост был обусловлен следующим рядом факторов.

1. Беспрецедентное падение жизненного уровня граждан КНР в период правления Мао Цзэдуна, которое нашло выражение в дешевизне рабочей силы. Указанный фактор не исчерпан и по настоящее время [1, с. 478].

2. Данный фактор обеспечил готовность рабочей силы к миграции. Так, в КНР из 1 млрд. чел трудоспособного населения насчитывается около 200 млн. внутренних рабочих-мигрантов [2, с. 16–17].

3. Инвестиции, основную часть которых можно считать внутренними, так их источником стала богатая китайская диаспора, в частности, гонконгцы. В Беларуси данный фактор отсутствует [3, с. 40–41].

4. Источником значительных инвестиций в китайскую экономику стали США, которые мотивировали свои вложения в КНР необходимостью создания в лице Китая противовеса СССР [4, с. 126–130].

Таким образом, в Беларуси, в целом, отсутствуют указанные факторы, которые обеспечили начало быстрого экономического роста в Китае.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Chang, J. Mao. The Unknown Story / J. Chang. – London: Vintage Books, 2006. – 971с.
2. Farndon, J. China Rises / J. Farndon. – London: Virgin Books, 2008. – 290 с.
3. Kim, W. S. The Formation of a Pan-Chinese Economic Bloc / W. S. Kim // The Future of China and of Northeast Asia / Т.-Н. Kwak, М. Gurtov ed. – Seoul: Kyungnam University Press. – 1997. – P. 37–56.
4. Mandelbaum, M. Democracy without America: the Spontaneous Spread of Freedom / M. Mandelbaum // Foreign Affairs. – 2007. – Vol. 86. – № 5. – P. 119–130.

УДК 338  
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ  
В ОТРАСЛЕВОМ АСПЕКТЕ

О.В. СЕДЛУХО, А.С. РЫНКЕВИЧ

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

Инновационная политика призвана обеспечить увеличение ВВП страны за счет освоения производства принципиально новых видов продукции и технологий, а также расширения рынков сбыта отечественных товаров. Активизация инновационной деятельности требует, с одной стороны, государственного управления и координации, а с другой – интеграции структур, заинтересованных в реализации инноваций, привлечении инвестиций, создании условий для внедрения достижений науки и техники в экономику страны.

Направления инновационной политики государства определяются, прежде всего, характерной особенностью той или иной отрасли, ее производственно-экономическим потенциалом и уровнем конкурентоспособности основной продукции.

Отрасли экономики условно можно разделить на три группы. Первая группа отраслей включает в себя отрасли, вышедшие со своей продукцией на мировой рынок. Они обладают большим конкурентным потенциалом и в течение продолжительного периода времени позиционированы на мировом рынке. Это предприятия топливно-энергетического комплекса, химической и алюминиевой промышленности. Они должны постоянно повышать свой производственно-экономический потенциал, чтобы удержаться на мировом рынке в условиях международной конкуренции, а также в периоды кризисов.

Отрасли второй группы производят продукцию, которая по многим параметрам близка к конкурентоспособной на мировом рынке. У них есть все возможности, чтобы выйти на мировой рынок и закрепиться на нем. Для этого им нужна определенная поддержка и помощь государства. К этим отраслям относятся машиностроение, металлообработка и др.

Отрасли третьей группы включают в себя агропромышленный комплекс, легкую и пищевую промышленность, промышленность строительных материалов и др. Их продукция на мировом рынке по тем или иным причинам не представлена, и они ориентированы главным образом на внутренний рынок. Как правило, эти отрасли имеют низкий производственно-экономический потенциал и незначительный объем производства.

Инновационная политика для каждой из этих групп отраслей должна осуществляться дифференцированно и иметь индивидуальный подход.

УДК 62.529  
АВТОМАТИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ ПОСТПРОЦЕССОРОВ  
ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО  
МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Л.Б. ЛЕВКИНА

Научный руководитель А.В. АВЕРЧЕНКОВ, канд. техн. наук, доц.  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Брянск, Россия

Сегодня значительная доля всех управляющих программ для оборудования с ЧПУ написана с использованием САМ систем. Использование этих систем позволяет в разы уменьшить время написания управляющих программ, как для сложных деталей, так и для относительно простых. Написание управляющей программы в САМ модуле не является трудоемкой задачей, сложно получить программу для конкретной стойки ЧПУ. Основные проблемы возникают при постпроцессировании созданной управляющей программы.

Постпроцессор является транслятором, преобразующим CL-файл CAD/CAM-системы в формат, особенный для каждой отдельно взятой системы с ЧПУ. Он преобразует данные о положении режущего инструмента рассчитанные в САМ-системе (формат APT/CL) в коды конкретного станка (G/M-коды), с учетом особенностей его кинематики. На сегодняшний день распространено 3 способа создания постпроцессоров: индивидуальный, обобщенный, метод генератора.

Наиболее актуальным, рациональным и действенным методом является использование смешанной схемы создания постпроцессора. При данном подходе основные функции постпроцессора создаются заполнением типовых таблиц, а специфические составляются с помощью языкового генератора. При разработке постпроцессора данным методом, технолог или программист должен знать и иметь: руководство станка, перемещение осей, референтную позицию станка, пределы подачи по осям, ограничения и диапазоны шпинделя, контроллер станка или руководство программиста, G и M коды станка, регистр адреса его формат и пределы, требования кругового движения, макроязык для разработки постпроцессоров.

Используя описанный подход были разработаны и внедрены для использования постпроцессоры для станков Takisawa EX 308, 310, 508, 510. Применение данной технологии позволяет существенно сократить временные и финансовые затраты на разработку постпроцессора.

Ю.А. ЛЕОНОВ  
Научный руководитель В.И. АВЕРЧЕНКОВ, д-р техн. наук, проф.  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Брянск, Россия

В настоящее время существует множество различных систем автоматизированного проектирования (САПР) позволяющих собирать конструкторско-технологическую информацию (КТИ) заготовки/детали (далее заготовка). Однако каждая из этих систем решает не в полной мере данную задачу. Для того, чтобы иметь возможность решать технологические задачи такие как: поиск и выбор рациональных схем базирования; подбор технологического оборудования на обработку заготовки; подбор технологических операций; расчет размерных цепей и т.д. необходимо иметь полное представление о заготовке.

Предложенный подход сбора конструкторско-технологической информации о заготовке предполагает построение 3D-представления заготовки в САПР, на которое с помощью специально разработанного интерфейса наносятся конструкторские и технологические требования. Такие требования включают: предельные отклонения размеров; допуски формы и расположения; шероховатость; вид термообработки и механические свойства поверхности и т.д. Заметим, что геометрические параметры поверхностей их расположение в заготовке не указываются, так как уже присутствуют в 3D-представлении заготовки. Такой способ сбора КТИ заготовки значительно экономит время.

В разработанной автоматизированной системе также предусмотрено объединение поверхностей в конструкторско-технологические элементы (КТЭ), так как многие наборы поверхностей получаются одновременно на технологической операции, например, канавки, резьбы, пазы, окна, шлицы, резьбы и т.д. Далее такие элементы рассматриваются как единое целое. Заготовка разбивается на КТЭ согласно классификации предложенной профессором В.Д. Цветковым.

Разработанный подход автоматизированного сбора конструкторско-технологической информации заготовки позволяет значительно сэкономить время технолога. Результатами проведенной работы стала разработка программного модуля сбора КТИ заготовки, который совместно работает с другими программными модулями поиска рациональных схем базирования и построения технологических карт эскизов заготовки.

А.С. РЫНКЕВИЧ, Д.М. СТЕПАНЕНКО  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

В современном мире наука стала одним из важнейших инструментов обеспечения поступательного экономического развития.

Для повышения результативности инновационной деятельности в Республике Беларусь необходимы как традиционные формы государственной поддержки (субсидирование, льготное кредитование и налогообложение), так и широко используемый в мировой практике комплекс услуг, направленный на преодоление так называемого «эксплуатационного разрыва», то есть, разрыва между числом созданных изобретений и числом изобретений, фактически внедренных технологий. Это в первую очередь оказание информационной и консультативной помощи, оформление патентных заявок на отечественные и зарубежные изобретения, оплату стоимости, взимаемой за патентные заявки и ежегодных сборов за патенты, защиты прав собственности от возможных нарушений.

В практической деятельности многих разработчиков преобладает желание продать за рубеж новейшие знания, технологии в чистом виде за любую цену, не подкрепляя их патентной защитой, производственными секретами, инжиниринговыми услугами. Такая стратегия резко отличается от общемировых тенденций, где одной из наиболее характерных черт современного лицензионного обмена является получение конкурентных преимуществ на мировом рынке.

Растущее, усиливающееся многообразие рынков товаров и услуг означает, что стратегия многих предприятий становится все более дифференцированной. Это сокращает жизненный цикл товара, заставляет производить товары небольшими партиями, увеличивая при этом производство дифференцированной продукции, разработанной и произведенной для особых групп потребителей. Все эти процессы в совокупности приводят к необходимости постоянного обновления или совершенствования имеющихся товаров и определяют разработку новых технических решений. При этом конкуренция становится динамичнее, сокращается время, в течение которого соперники имитируют новый товар, выпущенный одним из участников рынка.

УДК 519.8:004.056

КОГНИТИВНАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ОРГАНИЗАЦИИ

М.В. РУДАНОВСКИЙ, П.Н. КОЗЛОВСКИЙ

Научный руководитель В.И. АВЕРЧЕНКОВ, д-р техн. наук, проф.

Государственное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Брянск, Россия

В настоящее время одной из приоритетных управленческих задач организаций, независимо от масштаба и сферы деятельности, является эффективное управление информационной безопасностью (ИБ). В современном понимании эта задача сводится к оптимизации соотношения затрат на методы и средства ИБ и потерь от реализации инцидентов ИБ. Данный подход достаточно подробно описан в международных стандартах управления информационной безопасностью, принятых в нашей стране.

На практике основной проблемой выработки эффективных управленческих решений в этой области является нечеткость и недостоверность данных об объекте управления – системе ИБ организации. Одним из наиболее применимых методов моделирования и анализа таких слабоструктурированных систем является метод когнитивного моделирования. На основе подходов упомянутых выше стандартов была разработана когнитивная модель (когнитивная карта) системы управления ИБ, представляющая собой взвешенный орграф  $G(V,A)$ , в котором вершины  $V$  – совокупность факторов информационной безопасности, дуги  $A$  – взаимодействие факторов, вес дуг – степень воздействия факторов. Общий вид когнитивной карты, отражающий влияние групп факторов, представлен на рис. 1.



Рис. 1. Когнитивная карта системы управления ИБ

Прогнозирование состояния системы при различных управляющих воздействиях подразумевает переход к временным уравнениям для факторов модели, отражающих структурные свойства графа  $G(V,A)$ . Результатом анализа модели является выбор состава стратегий управления ИБ в организации, позволяющий при минимальных затратах обеспечить заданный уровень потерь от инцидентов ИБ.

УДК 65.011.56

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СОВЕТУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ  
ВЫБОРА СТРАТЕГИЙ ОБРАБОТКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ  
ПОВЕРХНОСТЕЙ НА СОВРЕМЕННОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ  
ОБОРУДОВАНИИ

А.А. МАРТЫНЕНКО

Научный руководитель В.И. АВЕРЧЕНКОВ, д-р техн. наук, проф.

Государственное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Брянск, Россия

Выбор стратегии обработки детали на современном высокотехнологичном оборудовании с применением новых видов инструмента является важнейшей задачей так, как этот критерий напрямую влияет на себестоимость детали. Определяющими элементами при выборе стратегий обработки являются машинное время, время переналадки, стоимость инструмента в перерасчете на одну деталь, возможность обеспечения требований точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей, гибкость производства и т.д.

Обработка любого сложного изделия всегда включает в себя обработку ряда элементарных поверхностей. Рекомендовать стратегию обработки конкретной элементарной поверхности может опытный технолог или эксперт в данной области. К сожалению, не всегда имеется возможность использовать знания таких специалистов. Альтернативой знаниям эксперта может быть советующая система по данной предметной области, которая в кратчайший период времени с помощью внутреннего математического аппарата будет производить выбор стратегий обработки из базы данных, по ряду критериев заданных пользователем. Под советующей системой понимается любой программный продукт, отражающий знания специалиста-профессионала, его навыки и опыт, используемый в процессе выдачи пользователю совета-решения. Одним из существенных достоинств советующих систем, отличающих их от других информационных технологий, является обладание методами, позволяющими быть точными в отношении неточностей. Выгода от использования такой системы очевидна, так как скорость принятия решения значительно выше, чем у экспертов, а затраты на её создание или приобретение разовые.

Стратегия обработки детали напрямую зависит от ряда критериев:

- материала заготовки;
- серийности;
- качества поверхности;
- размера детали;

– возможностей технологичного оборудования и инструмента.

Стратегия обработки заключается в выборе оборудования и инструмента, назначении режимов резания. При обработке элементарных поверхностей, возможно использовать как, инструмент производства России, так и инструмент иностранных производителей. При использовании инструмента отечественного производителя возможно добиться снижения прямых затрат на инструмент, но при этом затраты на инструмент в пересчете на одну деталь могут оказаться выше, чем у дорогого импортного инструмента, также возможны проблемы с достижением требуемого качества обрабатываемых поверхностей. Иностраный инструмент гораздо дороже, но за счет высокой износостойкости в серийном и крупносерийном производстве, возможно достичь помимо получения высококачественных деталей снижение ее себестоимости. Также, при использовании этого инструмента существенно снижается время обработки деталей за счет более производительных режимов резания.

Одна из проблем выбора стратегии обработки заключается в огромном разнообразии инструмента, предлагаемого различными производителями, такими как Iscar, Sandvik, Mitsubishi и др. Все виды инструмента, предлагаемого ими, представлены в электронных и бумажных каталогах. Это облегчает работу по поиску конкретного инструмента, но не всегда дает четкие рекомендации для выбора оптимальной стратегии обработки элементарной поверхности, с учетом возможностей современного высокотехнологичного оборудования. Еще одной проблемой выбора стратегии обработки является то, что одну и ту же элементарную поверхность возможно обработать несколькими способами, с использованием различных видов инструмента.

Для преодоления сложностей, связанных с проблемой выбора стратегии обработки, создана советующая система, которая осуществляет генерацию набора рекомендаций и устанавливает приоритеты в соответствии с заданными условиями производства.

Данная советующая система состоит из трех подсистем и базы данных. Подсистема ввода данных отвечает за корректный ввод оценок экспертов, взаимосвязей и построение запроса пользователем. В подсистеме анализа реализованы математические модели и алгоритмы обработки экспертных оценок, расчета весов экспертов. В подсистеме расчета и выводов формируются запросы в подсистему анализа, подготавливаются данные для вывода и формируются отчеты для предоставления пользователю.

В проводимом исследовании также рассмотрены теоретические положения работы советующей системы по выбору стратегии обработки. Результатом работы данной системы являются предложения по стратегии обработки исходной поверхности в соответствии с критериями, заданными пользователем.

УДК 339.9

## ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ПРИГРАНИЧНЫХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

В.В. ПОПОВА

Научный руководитель В.А. СТОЛЯРОВА, канд. экон. наук, проф.  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.Шухова»  
Белгород, Россия

В современных условиях трансграничное сотрудничество является важнейшим элементом развития международных экономических отношений. Еврорегионы представляют собой довольно распространенную форму межгосударственного сотрудничества, создаваемую по инициативе центральных административных структур государств. Главной особенностью современного этапа развития Еврорегионов является то, что в первую очередь они служат средством оживления социально-экономических процессов, что является, безусловно, необходимым для повышения конкурентоспособности экономики страны на глобальном уровне.

Европейский Парламент рассматривает трансграничное сотрудничество в качестве важнейшего объекта европейской интеграции и призывает страны-члены ЕС и Европейскую Комиссию поддерживать и использовать Еврорегионы для устойчивого социально-экономического развития территорий по обе стороны государственных границ. К основным направлениям межгосударственного сотрудничества в рамках Еврорегионов сегодня относят: развитие инфраструктуры и коммуникаций, обмен ноу-хау и технологиями, согласованное пространственное планирование, экономическое развитие приграничных территорий, взаимодействие в сфере культуры, экологии, здравоохранения, а также образовательных программ.

Сегодня одним из примеров трансграничных территориальных образований является Еврорегион «Слобожанщина», созданный в 2003 году между Белгородской и Харьковской областями с целью развития межгосударственного сотрудничества. В рамках Еврорегиона осуществляется содействие совместным трансграничным проектам экономического развития в сферах промышленности, сельского хозяйства, транспорта, связи, охраны окружающей среды, образования. Особенно важным является развитие трансграничного сотрудничества в области молодежной политики, так как именно молодые люди представляют собой наиболее активный элемент гражданского общества.

УДК 159.9

ПРИНЦИП ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ В ОВЛАДЕНИИ  
ИНОСТРАННЫМ ЯЗЫКОМ

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

В коммуникативной методике обучаемый воспринимается как индивидуальность. Каждый студент, как индивид, обладает определенными способностями, как общего, так и частичного характера. Коммуникативное обучение направлено на выявление их исходного уровня и дальнейшего их развития. С этой целью используются специальные средства для выявления способностей – специальные тесты, для развития - упражнения и опоры. Учет и развитие способностей составляет данную индивидуализацию. Развитие человека зависит от множества факторов, ведущих из которых при обучении общению следует считать совместную деятельность студентов. При организации совместной деятельности планируется развитие качеств личности, необходимых для плодотворного сотрудничества. Совместная деятельность организуется так, чтобы студенты сознавали, что от каждого из них зависит успешность общего дела. Сочетание общения с другими видами деятельности позволяет приблизить обучение к реальному общению, которое осуществляется не только ради общения, но и обслуживает другие виды деятельности, протекающие одновременно с ним.

Для более продуктивного овладения студентами всеми аспектами иностранного языка предусмотрена система средств (памяток и специальных упражнений) для формирования у учащихся необходимых навыков и умений, для формирования умения учиться, что составляет субъективную индивидуализацию. Третьим ведущим компонентом принципа индивидуализации является так называемая личностная индивидуализация. Она предполагает учет и использование параметров, присущих личности: личный опыт, контекст деятельности, интересы и склонности, эмоции и чувства, мировоззрение, статус в коллективе.

Важно отметить, что чем больше самостоятельности проявляет студент, тем более эффективным будет усвоение. Поэтому в данной методике уделяется большое внимание развитию самостоятельности мышления, в частности, в процессе обсуждения проблем. В коммуникативном обучении используется такая стратегия, которая планирует превращение контроля через взаимоконтроль в самоконтроль. Данная методика приучает обучаемых творчески мыслить, самостоятельно планируя свои действия, а возможно, и варианты решения стоящих перед ним задач.

УДК 621.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ КОНЦЕВЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

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 обработки с использованием лезвийного инструмента представляет собой одну из основных проблем технологии машиностроения. Однако современные методы ее решения не в полной мере учитывают текущее состояние технологического оборудования, а также функциональные взаимосвязи между параметрами обработки. Альтернативу существующим подходам могли бы составить подходы, базирующиеся на технологиях искусственного интеллекта – в частности, технологиях функциональных семантических сетей.

Для реализации такого подхода была создана интеллектуальная система, предназначенная для решения прикладных задач, описываемых функциональными зависимостями.

Основой модели представления знаний в системе служит функциональная семантическая сеть, которая представляет собой в общем случае неориентированный двудольный граф с двумя типами вершин. Первый тип представляет собой параметры рассчитываемых задач, в том числе исходные данные. Второй тип вершин описывает отношения, определяющие функциональные зависимости между параметрами сети. При построении сети для данной системы были использованы математические зависимости между параметрами обработки отверстий концевыми инструментами и отдельными составляющими общей погрешности обработки.

Первая вспомогательная задача, которую решает программный комплекс, заключается в определении минимально замкнутой системы отношений, позволяющей решить поставленную задачу. У отношений выявляются входы и выходы, что приводит к становлению их как функций и преобразованию неориентированного двудольного графа отношений в ориентированный граф решения задачи. И, соответственно, происходит синтез рабочей программы решения задачи из цепочки программных модулей, соответствующих каждой функции.

Разработанная система уверенно решает различные задачи в области управления точностью обработки деталей машин. Она 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 621.658

РЕЗАНИЕ МАТЕРИАЛОВ ГИДРОАБРАЗИВНЫМ ЛУЧОМ:  
ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ

Н.Н. РУЛЬКО

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

Учреждение образования

«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Барановичи, Беларусь

Резание гидроабразивным лучом является одной из наиболее прогрессивных современных технологий. Технология резания водным лучом начинается с конца 60-х годов прошлого столетия. Первые устройства для резания водным лучом начали работать на фирме «Боинг» в 1974 г., и практически с незначительными усовершенствованиями работают до настоящего времени. Далее последовало широкое распространение новой технологии в авиационной и ракетно-космической промышленности США. С 1975 г. технология резания водным лучом начала применяться на гражданских предприятиях, а с 1983 г. появилась модернизированная технология «Пасер» с использованием абразива, которая позволила резать такие материалы, как металлы, стекло, керамику и многие другие. Благодаря исключительным особенностям и высокой универсальности к настоящему времени было изготовлено более 1000 установок, которые работают в 38 странах мира. Распространение технологии резания водным лучом стало возможным благодаря созданию специального гидравлического мультипликатора, который увеличил давление жидкости в системе от 60 МПа до 400 МПа. При таком давлении вода сжимается на 12 %. Давление жидкости плавно регулируется в пределах от 60 до 400 МПа. Оптимальное давление для разных материалов разное, но практически держится в пределах 200...300 МПа.

Важными элементами системы водного луча является сопло и фильера. Сопло представляет собой трубку длиной 76,2 мм, с наружным диаметром 7,14 мм и внутренним диаметром 0,76; 0,9 и 1,02 мм, с конусообразным концом. К этому соплу предъявляются высокие требования к износостойкости, к точности и чистоте поверхности внутреннего отверстия. Сопло применяется в случае работы с абразивом. При работе чистой водой применяются фильеры, изготовленные из сапфира, рубина или искусственного алмаза. Высокая скорость выхода жидкости из фильеры ( $100 \text{ м.с}^{-1}$ ) требует специальной формы отверстия. В качестве абразивного материала используется песок из гранита или кремниевый песок, применяемый при изготовлении стекла, зернистость частиц 0,2...0,5 мм. Частицы должны иметь острые грани.

Процесс резания водным лучом холодный, что позволяет резать различные материалы, чувствительные к температурным изменениям, например, пластмассы, взрывчатые вещества, ядовитые вещества.

УДК 159.9

ОСОБЕННОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ  
ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

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

Специфической чертой обучения иностранному языку дистанционно является самостоятельная практика каждого обучаемого в том виде речевой деятельности, которым он овладевает в данное время. Учебный процесс строится таким образом, чтобы педагог имел возможность на протяжении всего курса отслеживать, корректировать, контролировать и оценивать деятельность обучаемых. Еще одной специфической чертой является то, что несмотря на долю самостоятельной деятельности учащегося, он должен иметь разнообразные контакты в процессе обучения с партнерами по курсу, преподавателем, зарубежными партнерами. Таким образом, деятельность обучаемых становится весьма разнообразной – индивидуальной, парной, групповой, как в малых группах так и со всей группой курса (конференции, коллективные обсуждения).

Первая и, наверное, самая важная положительная черта дистанционной методики – это возможность изучать язык, которая появляется у людей, ранее такой возможности по какой-либо причине не имевших. Ряд других положительных черт обеспечивается технической стороной этой методики. Ими являются оперативная передача любой информации на любое расстояние, доступ к различным источникам информации (в том числе аутентичной), многочисленные конференции через сеть по всему миру. Еще одной положительной стороной является гибкий график занятий, то есть обучаемый занимается, когда ему это более удобно и он чувствует себя более расположенным к этому. Это значительно повышает процент успешности его обучения.

Необходимо отметить, что имеется ряд отрицательных черт, которые значительно понижают позицию дистанционного обучения среди других методик. Во-первых, это ограниченный круг людей, которые могут воспользоваться данной методикой. Более важным недостатком этой системы является форма контроля приобретенных знаний, т.к. результаты его не могут быть стопроцентно верными из-за отсутствия непосредственного визуального контакта. Между тем дистанционная форма обучения служит неплохой альтернативой при отсутствии других вариантов.

УДК 81  
МАТЫВАЦЫЙНАЯ ДЗЕЙНАСЦЬ ВЫКЛАДЧЫКА НА ЗАНЯТКАХ  
БЕЛАРУСКАЙ МОВЫ

В.В. ПАНЕЖА, Л.А. КАЗЛОЎСКАЯ  
Дзяржаўная ўстанова вышэйшай прафесійнай адукацыі  
«БЕЛАРУСКА-РАСІЙСКИ ЎНІВЕРСІТЭТ»  
Магілёў, Беларусь

Праблема развіцця маўлення вучняў, студэнтаў набывае ў наш час усё большае грамадскае значэнне, таму што маўленне з’яўляецца важным паказчыкам духоўнай культуры асобы. Грамадству неабходны людзі, якія валодаюць словам, умеюць абараніць свае перакананні, погляды, творча ўключыцца ў працэс міжасобаснай камунікацыі. На жаль, фарміраванню маўленчай культуры навучэнцаў мала садзейнічае працэс тэхнізацыі і пасіўнае пазнанне праз сродкі масавай інфармацыі. У гэтым плане мова і літаратура як вучэбныя дысцыпліны ствараюць найспрыяльнейшыя ўмовы для развіцця і ўдасканалення маўлення.

Добра вядома ісціна, што чалавека немагчыма чаму-небудзь навучыць, калі ён сам не будзе вучыцца, калі не авалодае ўменнямі самастойна здабываць веды. Гэтыя ўменні адыгрываюць важную ролю ў развіцці асобы, бо такое развіццё не часовае, яно адбываецца на працягу ўсяго жыцця. Паступова чалавек усведамляе, што важны не аб’ём ведаў, якімі ён валодае, а яго ўменне іх атрымліваць, выкарыстоўваць у канкрэтных жыццёвых сітуацыях.

Зыходзячы з канцэпцыі літаратурнай і моўнай адукацыі, пры правядзенні заняткаў неабходна кіравацца двума асноўнымі прынцыпамі: аперацыйным і матывацыйным. Аперацыйны прынцып прадугледжвае, што ў ходзе навучання роднай мове да яе неабходна адносіцца як да “прадмета прадметаў”, сродку авалодвання новымі ведамі па іншых вучэбных дысцыплінах. Матывацыйны прынцып азначае, што пры падрыхтоўцы выкладчыкам, або настаўнікам да заняткаў варта накіроўваць навучальную дзейнасць на дасягненне канкрэтных мэт. Для рэалізацыі гэтых мэт вельмі важна сфарміраваць у вучняў, студэнтаў выразна акрэсленыя матывы, патрэбнасці іх дзейнасці. Асноўнымі матывамі любой дзейнасці з’яўляюцца: патрэбнасці і інтарэсы; матывы, якія непасрэдна пабуджаюць; матывы, якія пабуджаюць перспектыўна; адмоўныя матывы. Вызначаецца два тыпы матывацыі: знешняя і ўнутраная. Безумоўна, паспяхова з’яўляецца тая матывацыя, якая заахвочвае навучэнцаў да адпаведнай дзейнасці з мэтай свядомага пашырэння і паглыблення сваіх ведаў, павышэння свайго культурнага ўзроўню. Фарміраванне матываў да вучобы – гэта, у першую чаргу, стварэнне на занятках умоў для праяўлення ўнутраных імкненняў навучэнцаў да навучэння. Унутраная матывацыя, незалежна ад знешніх фактараў, з’яўляецца важнай умовай паспяхова вучобы.

УДК 681.5.015  
ПЛАНІРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИЙ СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫХ РОБОТОВ  
ПРИ ОГРАНИЧЕНИЯХ НА ПОЛОЖЕНИЕ И ОРИЕНТАЦИЮ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА

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

Одной из наиболее трудоемких задач при разработке роботизированных технологических комплексов является задача планирования траекторий роботов при наличии ограничений на положение и ориентацию технологического инструмента. Такие проблемы возникают на автомобильно-строительных предприятиях, где сборочно-сварочные операции составляют 40...50 % в объёме общей трудоемкости, и создание легко переналаживаемого оборудования на базе промышленных роботов – манипуляторов является экономически целесообразным.

В данной работе предложен новый метод планирования траекторий сборочно-сварочных роботов, основанный на топологически упорядоченной 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 генерировать траектории робота без предварительной проверки его движений на соответствие ограничениям, что обеспечивает приемлемое практики количество проверок при фиксированном шаге дискретизации.

В соответствии с предложенным подходом первоначально генерируется приближенная траектория робота, конфигурационное пространство которого дискретизировано с низким разрешением, а также предполагается отсутствие ограничений при движении робота между узлами сетки дискретизации. Если при движении робота по такой траектории зафиксировано выход за пределы ограничений, то матрица связей в нейронной сети модифицируется и генерируется новая траектория при неизменном разрешении сетки дискретизации. Такой процесс повторяется до тех пор, пока траектория найдена, либо предельное число итераций достигнуто.

Эффективность предложенного подхода подтверждается результатами тестирования в экспериментальной системе автономного программирования сборочно-сварочных РТК на базе промышленных роботов-манипуляторов PM 01 и KR125.

С.А. СУХОЦКИЙ

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

В машиностроении существует широкая номенклатура изделий, имеющих плоскую поверхность, к которой предъявляются высокие эксплуатационные требования. Среди известных способов повышения эксплуатационных свойств поверхностей деталей наиболее эффективными являются методы поверхностного пластического деформирования.

Большой научно-практический интерес представляет разработанный новый метод отделочно-упрочняющей обработки поверхностей с магнитным приводом деформирующих шаров. Согласно методу, шары свободно располагают в верхней и нижней кольцевых камерах инструмента. Детали и инструменту сообщают относительное движение подачи. На шары, расположенные в верхней кольцевой камере инструмента, воздействуют концентрированным вращаемым магнитным полем и разгоняют их в окружном направлении. При этом величина индукции магнитного поля находится в пределах 0,1...0,4 Тл, а угловая скорость его вращения составляет 40...200 рад/с. Направление вектора индукции магнитного поля относительно горизонтальной плоскости, в соответствии с конструктивными особенностями инструмента, выбирают в пределах от 0 до 180°.

Для реализации предложенного метода сконструированы упрочняющие инструменты, содержащие корпус, кольцевые камеры с приводными и деформирующими шарами, а также магнитную систему, состоящую из ротора, постоянных магнитов и магнитопроводов.

В зависимости от конструктивных и технологических параметров обработки, а также исходных характеристик поверхности, разработанный метод ППД позволяет сформировать на поверхности детали упрочненный слой с требуемым «гладким» или «лунчатообразным» профилем.

Представленный метод упрочнения при обработке плоской детали из стали 45 (200...220 НВ) обеспечил снижение шероховатости поверхности до Ra 1,25...0,8 мкм (при исходной шероховатости Ra 3,2...2,5 мкм), увеличение микротвердости поверхностного слоя на 25...30 % и повышение износостойкости в 1,8...2 раза.

Л.В. НАРКЕВИЧ

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

Важной предпосылкой обеспечения эффективности продуктовых инноваций является выбор подхода к обоснованию нового продукта: возможны консервативный и радикальный подходы к выбору нового продукта. Данная экономическая ситуация рассмотрена относительно ОАО «Моготекс».

Консервативный подход к выбору новых, более выгодных продуктов, способных увеличить рыночную стоимость предприятия, наиболее применим для современной ситуации ОАО «Моготекс», ограниченной как в возможностях профинансировать значительные стартовые инвестиции в новый бизнес, так и в сроке окупаемости этих инвестиций. Консервативный подход к выбору продуктовых новшеств сводится к выбору для освоения таких продуктов, производство которых опирается на уже созданный технологический, коммерческий задел организации; на имеющиеся у организации специальные реальные активы; на ранее начатые инвестиционные проекты. В настоящее время руководство ОАО «Моготекс» занимает активную позицию по модернизации и техническому перевооружению производства с учетом современных требований рынка к выпускаемой продукции. При мониторинге за коммерческими результатами конкурентов ОАО «Моготекс» концентрируется на выборочных наблюдениях непосредственно за объемом продаж фирм с наступательной инновационной политикой. Если же акцент делается на финансовом мониторинге, то отслеживает публикации финансовых результатов открытых акционерных обществ, специализирующихся на выпуске и реализации радикальных продуктовых инноваций в области производства тканей, в частности тканей для столового белья. Догнать фирмы-пионеры в продуктовых инновациях представляется возможным за счет повторной разработки новой ткани на базе его «препарирования» и при необходимости получения параллельных патентов на ключевые технические решения новшества, если фирмы-пионеры их патентуют.

Направление декоративных тканей активно развивается благодаря применению новых видов сырья, технологий и оборудования, что позволяет создавать продукт, удовлетворяющий высокие требования покупателей и пользующийся стабильным спросом. В настоящее время актуален выпуск тканей жаккардовых декоративных и тканей для столового белья шириной 305 см, что привлекает новых покупателей.

Л.В. НАРКЕВИЧ

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

Современные рыночные требования роста конкурентоспособности коммерческой организации ориентированы на повышение эффективности системы сбыта в условиях внедрения продуктовых инноваций. Финансово эффективные продуктивные новшества могут реально и достаточно существенно повлиять на повышение эффективности сбыта в условиях жесткой конкуренции и финансовых трудностях предприятия.

Продуктивные технологические инновации могут подразумевать обновление продукта за счет: повышения качества ранее выпускающегося продукта в соответствии с оперативной информацией об изменении потребностей потребителей; переключения на выпуск продукции, которая принадлежит к иной продуктивной классификационной группе. Последнее предполагает гораздо большие внимание и инвестиции в части маркетинга. Оба направления означают также необходимость определенных капиталовложений в освоение новой для предприятия продукции, в технологию ее выпуска. В связи с этим капиталовложения направляют: на приобретение технологии путем размещения сторонним научно-техническим организациям заказа на разработку соответствующей конструкторской и технологической документации; на покупку лицензий на защищенные патентами на изобретения технологии, включая услуги по передаче всей необходимой технической документации и услуга по оказанию помощи при внедрении новшества; на собственную разработку нужной технологии.

В целом продуктовые новшества нацелены на переключение предприятия с выгодных на более выгодные виды бизнеса. Они также используются для диверсификации хозяйственной деятельности предприятия, когда наряду с продукцией, которая по прибылям от ее выпуска рискованна, в относительно небольших масштабах осваивают иную, более стабильно выгодную продукцию. Это позволяет организации выйти в прибыльный режим работы с точки зрения соотношения текущих затрат и результатов, повысить свою финансовую привлекательность для инвесторов с точки зрения прогнозируемого вследствие продуктовых инноваций роста рыночной стоимости фирмы. Продуктивные инновации обычно считаются среднесрочными, т.е. по своей окупаемости и влиянию на эффективность производства и финансовое состояние предприятия менее оперативными, чем процессные новшества, и более оперативными, чем аллокационные инновации.

М.В. ТЕРЕХОВ

Научный руководитель А.В. АВЕРЧЕНКОВ, канд. техн. наук, доц.  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Брянск, Россия

Для промышленных предприятий актуальны задачи снижения трудоемкости операций и себестоимости изготовления деталей с сохранением заданных показателей качества. Поэтому технологические бюро ведут постоянный поиск путей совершенствования технологических процессов изготовления деталей с учетом возможностей, предоставляемых современным высокопроизводительным инструментом, информационным и программным обеспечением.

CAD-системы, как правило, хорошо интегрированы с САМ-системами. Вопросы передачи информации о детали в системы проектирования управляющих программ для станков с ЧПУ достаточно полно исследованы и описаны, проблем с передачей геометрической информации при этом не возникает. Однако передача технологической информации об изделии (материал и твердость заготовки, размерные допуски, шероховатость поверхностей и др.) затруднена. Как правило, при создании управляющих программ для станков эти данные вводятся инженером повторно. Особо остро эта проблема встает при использовании на предприятии CAD- и САМ-систем разных производителей.

Для решения указанных проблем была создана автоматизированная система, позволяющая на основе 3D – модели изделия и технологической информации (материал и твердость заготовки, размерные допуски, шероховатость поверхностей) автоматически формировать, ранжировать и выбирать различные варианты структурных компоновок режущего инструмента в зависимости от ряда критериев, рассчитывать оптимальные режимы резания.

Разработанный программный комплекс включает подсистемы: загрузки модели и чертежа; подбора системы крепления режущей пластины; выбора типа инструментальной державки и формы режущей пластины; выбора геометрии режущей пластины и инструментального материала; расчета режимов резания; интеграции с CAD/CAM – системами.

Исходными данными для программного комплекса являются 3D – модель и чертеж детали, используемая заготовка, модель применяемого технологического оборудования.

УДК 621.74  
РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ  
ФОРМОВОЧНОЙ СМЕСИ ПОД НАГРУЖЕНИЕМ

Е.В.ФИЛИПЕНКО  
Научный руководитель В.М. КАРПЕНКО, канд. техн. наук, доц.  
Учреждение образования  
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. П.О.Сухого»  
Гомель, Беларусь

Формовочная смесь по характеру физических свойств представляет собой сложную дисперсную систему, и обладает сыпучестью, связностью, пластичностью, вязкостью, текучестью, упругостью. Одной из важных задач, стоящих перед наукой и практикой является оперативное управление структурой дисперсных систем для получения форм заданных свойств. Однако в различных условиях эти их свойства проявляются в различной степени. Поэтому нельзя предложить единую универсальную математическую модель формовочной смеси для всех случаев. Моделирование реологических свойств формовочной смеси требует знания явлений, происходящих во время процесса деформации смеси. В этом случае реологическую модель можно определить экспериментальным путем. Для проведения экспериментального исследования разработана установка для измерения деформируемости смеси под нагрузкой. Общий вид установки представлен на рис. 1.



Рис. 1. Общий вид установки для измерения деформируемости смеси под нагрузкой

Разработанная установка для измерения деформируемости смеси проходит испытания в условиях, наиболее приближенном к условиям реального нагружения и позволяет более точно изучить реальные свойства смесей.

УДК 675.6  
СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА АУДИТА

В.В.МЯКИНЬКАЯ  
Научный руководитель Д.А. ПАНКОВ, д-р экон. наук, проф.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Минск, Беларусь

Важнейшим условием успешного развития экономики аудита является оказание качественных аудиторских услуг. Процесс глобализации обостряет конкуренцию среди аудиторских организаций, так как расширение рынка аудит-услуг позволяет потребителям выбирать субъектов аудита. В результате возникает конкуренция, как между аудиторскими организациями, так и аудиторами, основанная на обеспечении высокого качества проведения проверки при невысокой цене. Все эти факторы вызвали бурное развитие систем, методов и инструментов менеджмента качества аудита. С данных позиций аудиторские организации разрабатывают и внедряют внутрифирменные стандарты, что позволяет обозначить общий подход к проведению аудита. Аудитор, исходя из своих знаний и опыта, принимает самостоятельные решения, что придает аудиторской проверке ярко выраженный субъективный характер. Процедуры его действий становятся непрозрачными для ее участников в силу отсутствия установленных правил, совокупности и последовательности действий, которые обеспечивают решение задач аудита. Данная проблема обуславливает необходимость разработки системы менеджмента качества аудита (СМК), основанной на процессном подходе, с целью поддержания аудиторских работ на конкурентоспособном уровне и обеспечения стабильного качества оказываемых услуг. Преимущество процессного подхода состоит в непрерывности управления, которое он обеспечивает на стыке отдельных аудиторских процессов, а также при их комбинации и взаимодействии. В основу разрабатываемой авторами системы менеджмента качества аудита положен государственный стандарт Республики Беларусь «Системы менеджмента качества», СТБ ISO 9001-2009. Для создания СМК требуется документально оформленное решение руководителя аудиторской организации, которому должна предшествовать следующая подготовительная работа: определение перечня, последовательности и взаимодействия аудит-процессов; выбор критериев и методов, необходимых для обеспечения результативности, как при осуществлении процессов, так и при управления ими; обеспечение наличия информации и ресурсов, необходимых для поддержания процессов, их мониторинга, измерения и анализа.

Н.Н. МОРОЗОВА  
Учреждение образования  
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. А.А.Кулешова»  
Могилев, Беларусь

Необходимость в сбалансированности потребностей выпускников и работодателей предъявляют к рынку образовательных услуг особые требования. Перед вузами стоит задача обеспечения населения такими образовательными услугами, которые способствовали бы социально-экономическому прогрессу. Причем востребованное получаемое высшее образование (экономическое, юридическое, иностранные языки, программирование и т.п.) все больше осуществляется на платной основе, что проявляется в активизации внебюджетной деятельности государственных вузов и снижении бюджетных ассигнований. Соперничество между учебными заведениями, предлагающими образовательные услуги по одинаковым специальностям, побуждает вузы повышать качество этих услуг и осуществлять маркетинговые мероприятия по формированию соответствующего спроса. Ведь конкурентоспособный работник не останется без работы: за период с 2000 г. по 2009 г. число безработных в РБ сократилось в 2,3 раза или на 53,8 тыс. чел. и составило 42,2 тыс. чел., соответствующее уровню безработицы 0,9 %, против 2,1 % [1, с. 50]. В то же время, анализируя состав безработных по уровню образования за 10 лет, следует отметить, что число лиц с высшим образованием среди безработных сократилось лишь на 39,2 %, что привело к изменениям в структуре безработных: с высшим образованием доля возросла на 3,3 п.п. и составила 10,9 %, а с общим средним снизилось на 24,9 п.п. и составила 38,6 % [1, с. 66]. Это вынуждает постоянно повышать свой образовательный уровень, ибо число экономически активного населения растет (на 2,8 % за анализируемый период), в то время как численность населения снижается (5 %) [1, с. 38, 50]. Положительным моментом является снижение доли женщин в структуре безработных на 3,3 п.п., что в некоторой степени объясняется более высоким уровнем образования по отношению к мужскому населению. Очевидно, что в периоды экономических кризисов взаимозависимость рынка труда и образования усиливается, что связано с модернизацией производства, внедрением новых технологий, развитие малого и среднего бизнеса. Все это увеличивает потребность в специалистах, способных обеспечить реализацию необходимых преобразований и ставит перед вузами новые задачи.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Социальное положение и уровень жизни населения Республики Беларусь: стат. сб. / Национальный статистический комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2010. – 358 с.

Д.Г. ШАТУРОВ  
Научный руководитель А.А. ЖОЛОБОВ, канд. техн. наук, проф.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Проведенные исследования по динамике технологической системы (ТС) и процесса чистового точения ( $t \leq 1,0$  мм;  $S \leq 1,0$  мм/об) резцами с микрообновляемой режущей кромкой (МОРК) позволяют сделать некоторые выводы и осуществить предметную оптимизацию режимов обработки с целью получения наивысшей точности и наибольшей производительности.

1. Наибольшее влияние на радиальную силу резания  $P_y$  и погрешность обработки  $\Delta D$  оказывает подача  $S$ , чем глубина резания  $t$ . Однако темп роста радиальной силы резания и погрешности обработки от увеличения глубины резания превышает темп роста от увеличения подачи на 27 %. При соблюдении принципа наименьшего действия при значениях подачи  $S \geq 0,48$  мм/об и глубины резания  $t \geq 0,53$  мм это увеличение менее интенсивно. С точки зрения повышения производительности и уменьшения погрешности чистовую обработку следует вести с обратным сечением среза, когда  $S > t$ .

2. Для уменьшения радиальной силы резания  $P_y$  и погрешности обработки, оптимальную подачу  $S_0$  и оптимальную глубину резания  $t_0$ , следует назначать соответственно из соотношений  $S_0 \leq t^{1,27}$  (мм/об);  $t_0 \leq S^{0,8}$  (мм).

3. Влияние скорости  $V_p$  перемещения режущей кромки и числа ее проходов  $N$  зоны резания на радиальную силу резания и погрешность обработки диаметрально противоположно. Так увеличение скорости  $V_p$  от 5 мкм/с до 45 мкм/с, а числа проходов  $N$  от одного до пяти раз приводит соответственно к уменьшению в 4...5 раз, и к увеличению в 2 раза радиальной силы резания. В результате имеется возможность, не изменяя производительности, управлять такими выходными параметрами процесса как силовой напряженностью, точностью, шероховатостью и т.д., оставляя их на неизменном уровне, за счет увеличения скорости  $V_p$  перемещения режущей кромки в зависимости от числа ее проходов зоны резания, что нельзя осуществить ни при каких известных процессах резания.

А.А. БАСЬКОВ

Научный руководитель А.Н. РОМАШЕВ, канд. техн. наук, доц.  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
ф-л «АлтГТУ» БИЙСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
Бийск, Россия

Отечественные предприятия имеют парк действующего оборудования, технологические возможности которого можно существенно расширить за счет соответствующей технологической оснастки, включая и ускорительные головки.

Так для оптимальной работы современного инструмента требуется скорость резания 300...600 м/мин, что соответствует 12000...25000 об/мин шпинделя. Применение ускорительных устройств позволит повысить технологический уровень производства при минимальных затратах.

В последнее время активно исследуются и развиваются механизмы преобразования движения, в которых используется новый тип зацепления с помощью периодических дорожек качения и промежуточных свободных тел качения: шариков или роликов. Именно на основе такой передачи (рис. 1) предлагается разработка ускорительной головки.

Крутящий момент от входного вала подается на полусферу 1, которая, вращаясь, заставляет шарики 4 перемешаться одновременно по пазам, и перекачиваться по поверхности дорожки качения диска 3, зафиксированного относительно корпуса передачи. Вращение выходного элемента (эксцентрика 2) происходит за счет перекачивания шариков по его образующей поверхности.

Ускорительная головка, основанная на данных передачах, обладает компактностью и надежностью. В передаче с телами качения отсутствует изгибная нагрузка, что в значительной степени влияет на нагрузочную способность звеньев конструкции. Рабочими звеньями являются два кулачка и втулка-сепаратор, получение которых на станках с ЧПУ не составит трудностей, поэтому для изготовления деталей не требуется специального оборудования, следовательно, себестоимость ускорительной головки данного типа снижается.

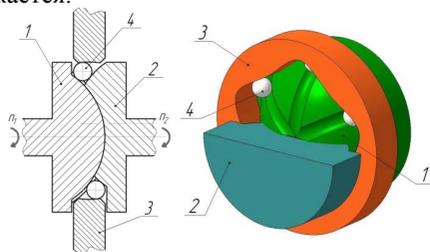


Рис. 1. Шариковая передача

\*Е.А. МИРОНЧИК, Д.А. ЛИПСКАЯ, И.В. НАПРЕЕНКО

Научный руководитель А.Ф. МИРОНЧИК, канд. техн. наук, доц.  
\*Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Учреждение образования  
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»  
Могилев, Беларусь

Особенностью молочного бизнеса является высокая сезонность. Пик производства приходится на лето, когда надой молока повышаются в 2–3 раза по сравнению с зимним периодом. При этом в летние месяцы отмечается некоторый спад потребления молочных продуктов по сравнению с зимой. Соответственно летом цена на сырье ниже, чем в зимний период, поэтому одной из задач планирования в молочном производстве является снижение отрицательного влияния противофазы рынков продукции и сырья, что достигается созданием запасов сухого молока, а также творога и масла в летний период.

Планирование ассортимента и количества выпускаемой продукции определяется двумя факторами: спросом покупателей, сырьевыми ограничениями, связанными с особенностями технологии (выпуск продукции возможен только парами: сметана-творог, масло-казеин или их комбинациями). Оптимальной для производства парой является сметана-творог. Но спрос на продукты высокой жирности ниже, особенно в крупных городах, так как потребитель стремится к низкокалорийному диетическому питанию. Ситуация регулируется путем изготовления масла, при производстве которого также образуется обезжиренное молоко. Из-за убыточности производства масла производители, использующие брэнды национального уровня, устанавливают достаточно высокую цену для покрытия всех затрат и получения прибыли при продаже масла. При выборе ассортимента выпускаемой продукции рассматривают рентабельность пары масло-творог.

В работе предложены пути планирования ассортимента производимой продукции, продаж и затрат в молочном производстве с учетом фактора сезонности, себестоимости обезжиренного молока, являющегося вторичным продуктом, используемым в дальнейшем в качестве сырья, рентабельности отдельных видов выпускаемой продукции при оценке ее в среднем за год, составленных бюджетов производства для летнего и зимнего периода. Необходимо отметить, что даже в этом случае прибыльную работу молочного комбината не удастся обеспечить зимой, причем ситуация осложняется несогласованностью денежных потоков при такой организации годового производственного цикла.

Е.А. МИРОНЧИК, \*Д.А. ЛИПСКАЯ  
Научные руководители \*А.Ф. МИРОНЧИК, канд. техн. наук, доц.;  
Н.А. СЕРГЕЙЧИК, канд. экон. наук, доц.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
\*Учреждение образования  
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»  
Могилев, Беларусь

Республика Беларусь является страной с развитым аграрным сектором и обладает достаточно высоким потенциалом для увеличения производства сельскохозяйственной продукции и продукции перерабатывающих отраслей. В республике функционирует устоявшаяся система обеспечения качества и безопасности в сфере обращения продуктов питания. К сожалению, эта система контроля с точки зрения безопасности не адекватна международным нормам, принятым в странах, участниках Всемирной торговой организации (ВТО). Тем не менее, производители сельскохозяйственной продукции и продуктов питания ставят задачи по расширению сбыта своей продукции за пределами РБ в России и странах ближнего и дальнего зарубежья, поэтому требования и их особенности стран-импортёров должны быть учтены. Мировое сообщество при устранении технических барьеров в торговле стремится к реализации принципа «один стандарт, одно испытание, одна оценка соответствия» или «испытанный однажды, принимается везде».

В работе отражен мировой опыт регулирования качества сельскохозяйственной продукции и продукции перерабатывающих отраслей, отражена трехуровневая структура Европейского законодательства по контролю продуктов питания, приведены Высшие принципы законодательства ЕС в области пищевых продуктов, а также в качестве примера приведен действующий контроль качества продуктов питания в США и Канаде.

Отмечено, что высокое качество производимой в республике продукции обеспечивает ей конкурентоспособность, расширяет ее экспорт, увеличивает валютные поступления в страну, эффективность аграрного сектора и экономики в целом, повышает авторитет страны, способствует ликвидации отрицательного внешнеторгового баланса. Использование опыта стран Европейского Сообщества, США и Канады позволит усовершенствовать государственную систему контроля и надзора качества и безопасности продукции АПК, установить соответствие нормативно-правовых требований РБ требованиям ЕС и ВТО.

В.В. БЕЛОМЫЦЕВ  
Научный руководитель А.Н. РОМАШЕВ, канд. техн. наук, доц.  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
ф-л «АлтГТУ» БИЙСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
Бийск, Россия

Разработана конструкция соединительного элемента модульной инструментальной оснастки на основе механической передачи со свободными телами качения. Предлагаемая конструкция включает ряд элементов: корпус, предназначенный для размещения в гнездо револьверной головки и для базирования в нем других конструктивных элементов оснастки; центрирующую втулку, предназначенную для центрирования сменного модуля относительно корпуса; инструментальный модуль, установленный в коническом отверстии центрирующей втулки; тягу, имеющую наклонные прорези для закрепления инструментального модуля. Зажимной узел включает в себя пазы на хвостовике сменного инструментального модуля и в корпусе, тягу, пакет тарельчатых пружин и шарики.

При расчете прочностных характеристик модульной инструментальной оснастки нагружение производилось двумя силами: силой резания и силой закрепления сменного модуля, которая равна силе, создаваемой пакетом тарельчатых пружин. Материалом для базовых деталей оснастки была выбрана сталь 45, для шариков – ШХ15, для тяги – 40ХС.

Расчет показал, что основные детали узла крепления инструментального модуля при данных условиях нагружения испытывают незначительные деформации, которые практически не повлияют на точностные параметры обрабатываемых изделий при использовании представленной конструкции модульной инструментальной оснастки для различных видов механической обработки.

При теоретическом исследовании зависимостей технологических параметров при эксплуатации устройства на обеспечение работоспособности модульной инструментальной оснастки нагружение производилось силой закрепления сменного модуля, которая равна силе, создаваемой пакетом тарельчатых пружин.

Сравнение результатов производилось при изменении формы паза на тяге. По данным расчета был построен график зависимости напряжений, возникающих в пазе, от величины скругления паза. В зависимости от величины и направления скругления паза, возможно, добиться результата при котором, возникающие напряжения в деталях будут минимальны, при одной и той же силе закрепления сменного модуля.

В.В. ГЛУХЕНЬКИЙ, В.Б. БОДНАРУК

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

Учреждение образования

«ГОМЕЛЬСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ»

Гомель, Беларусь

Разработан стенд для проведения лабораторных работ по темам «Пожарные насосы» и «Диагностика пожарной аварийно-спасательной техники».

Исследованы вопросы: характеристика «напор-расход» при фиксированной скорости вращения рабочего колеса, характеристики всасывания; кавитационные характеристики; расчет кавитационного запаса; исследование характеристик пеносмесителя, измерение точности дозирования пеносмесителя; исследование зависимости между расходом воды и расходом пенообразователя. При диагностике двигателя при помощи мотор-тестера могут исследоваться следующие вопросы: измерение пускового тока стартера; компрессии; частоты холостого хода; проверка всережимного регулятора. Стенд может использоваться для испытаний пожарных насосов и научных исследований по указанной тематике.

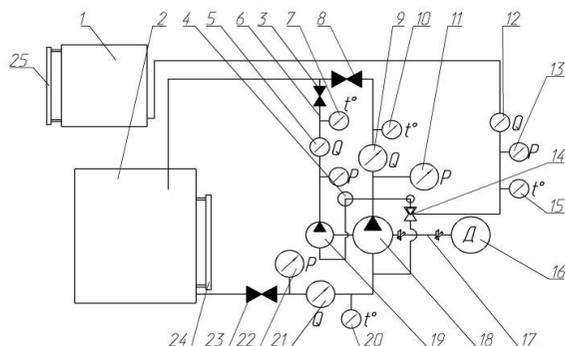


Рис. 1. Компонентная схема: 1 – вспомогательная промежуточная емкость; 2 – промежуточная емкость; 3 – напорная задвижка ступени высокого давления; 4 – селективный клапан; 5 – манометр ступени высокого давления; 6 – расходомер ступени высокого давления; 7 – термометр ступени высокого давления; 8 – задвижка ступени нормального давления; 9 – расходомер ступени нормального давления; 10 – термометр ступени нормального давления; 11 – манометр ступени нормального давления; 12 – расходомер пенообразователя; 13 – мановакуумметр пеносмесителя; 14 – пеносмеситель; 15 – термометр пеносмесителя; 16 – двигатель с коробкой перемены передач; 17 – карданная передача; 18 – насос ступени нормального давления; 19 – насос ступени высокого давления; 20 – термометр на входе в насос; 21 – расходомер на входе в насос; 22 – мановакуумметр на входе в насос; 23 – задвижка на входе в насос; 24 – уровнемер промежуточной емкости; 25 – уровнемер вспомогательной промежуточной емкости.

О.Н. МИРКИНА

Государственное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ

УНИВЕРСИТЕТ» ф-л в г. Рославле

Рославль, Россия

Среди факторов, определяющих эффективность работы предприятия, можно выделить наличие постоянного рынка сбыта продукции и оптимальную организационную структуру каналов реализации. Это характерно и для предприятий машиностроительного комплекса, в том числе производящих сельскохозяйственную технику.

Одним из вариантов организации сбыта продукции предприятий сельскохозяйственного машиностроения является лизинг. Анализируя проблемы сбыта необходимо рассмотреть саму продукцию как комплекс выгод, получаемых потребителем. Выступая объектом лизинга, сельскохозяйственная техника приносит потребителю ряд дополнительных преимуществ. Основываясь на маркетинговой концепции товара как набора благ, им предоставляемых можно сформулировать многоуровневое представление продукта.

Многоуровневая система продукта с использованием лизинга отражает элементы управления сбытом. Помимо присущих дополненному продукту факторов, касающихся свойств товара и сопровождающих его услуг, она имеет четвертый и пятый уровень. Четвертый уровень включает целесообразность использования в форме аренды, универсальность оборудования, финансовые обстоятельства, технические возможности для аренды. Пятый уровень – экономические тенденции роста потребления, экономико-технологический уровень использования (кадры), перспективы усложнения самого товара, возможности упрощения форм аренды. Видно, что пятиуровневая система включает элементы, направленные на расширение сбыта продукции за счет дополнительных выгод от ее использования.

Факторы четвертого и пятого уровня приобретают особенно большое значение при реализации дорогостоящей, сложной, наукоемкой техники в условиях ограниченной платежеспособности потребителей, что в полной мере относится к сельскохозяйственному машиностроению. Таким образом, многоуровневая система сбыта позволяет расширить рамки традиционных каналов реализации продукции и обеспечить доступ потребителей к сельскохозяйственной технике, тем самым повышая эффективность деятельности предприятий.

УДК 338.5  
ЦЕЛИ ФИРМЫ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕНОВОЙ  
ПОЛИТИКИ И СТРАТЕГИИ

С.В. МАТРОСОВА

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ» ф-л в г. Рославле  
Рославль, Россия

Цена – основной инструмент коммерческой политики фирмы. И поэтому стратегия ценообразования должна быть увязана с общими целями фирмы в соответствии с системой маркетинга и отражать их. Часто можно встретить утверждение, что основной целью любой фирмы является максимизация прибыли. Это не совсем так: во-первых, в силу внешних факторов (появление опасных конкурентов на рынке, нестабильная обстановка в стране) более важным может оказаться сохранение доли продаж на рынке. Во-вторых, стремление к максимизации ценности фирмы может потребовать временного сокращения прибыли для обеспечения устойчивых перспектив развития.

Так или иначе, максимизация прибыли остается одной из важнейших задач коммерческой организации, причем формулироваться она может в нескольких вариантах: максимизация абсолютной величины прибыли; рентабельности продаж; рентабельности чистого собственного капитала фирмы; максимизация рентабельности всех активов организации.

В коммерческой практике чаще можно столкнуться с целью не максимизации прибыли, а достижения определенного уровня прибыльности, который обычно ниже теоретически возможного максимума. Этот подход предотвращает чрезмерное завышение цен фирмой, ухудшающее соотношение цены / качества продаваемых товаров.

Другой задачей фирмы является стабилизация позиции на рынке. Эта цель приобретает особое значение на рынке с ухудшающимися условиями сбыта и на рынке с высокой эластичностью спроса. Фирмы, строящие свою политику на этой основе, должны быть очень осторожны в резком изменении цен.

Третья цель может состоять в достижении наиболее высоких темпов роста, завоевании лидерских позиций, максимизируя объемы продаж. В случае, когда фирма не заняла своей максимально возможной доли рынка, ее политика должна состоять в поддержании относительно низкого уровня цен (для ускорения роста продаж). Когда же дальнейшая экспансия невозможна, цены надо поддерживать на сложившемся уровне, поскольку фирме необходим запас прибыли для покрытия постоянно растущих затрат на реализацию активной маркетинговой политики, направленной на стабильное увеличение продаж.

УДК 620.178.162, 620.178.169  
ВЛИЯНИЕ ТИПА И УСЛОВИЙ СМАЗКИ НА ИЗМЕНЕНИЕ  
ХАРАКТЕРИСТИК ТРЕНИЯ В ТРИБОФАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Е.С. ГОЛОВИНА

Научный руководитель Л.А. СОСНОВСКИЙ, д-р техн. наук, проф.  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТРАНСПОРТА»  
Гомель, Беларусь

Если трение качения происходит на фоне циклического деформирования хотя бы одного из контактирующих тел, то говорят, что система, которую называют трибофатической, работает в условиях контактно-механической усталости. Это, как правило, наиболее ответственные и массовые узлы современных машин и оборудования. Их подавляющее большинство эксплуатируется в смазочных средах для уменьшения потерь мощности на трение, а также снижение износа трущихся поверхностей.

В работе представлены результаты экспериментальных исследований закономерностей влияния смазочных материалов (консистентной графитовой смазки и жидкого трансмиссионного масла Нафтан ТИ 5-2) на изменение характеристик трения и изнашивания в трибофатической системе сталь 18ХГТ (вал) / сталь 18ХГТ (ролик). Анализ показал, что циклические напряжения (от изгиба), действующие в зоне контактного взаимодействия, могут, в зависимости от условий нагружения и смазки, повышать (до 25 %) либо снижать (до 25 %) значения характеристик трения и изнашивания. При этом наилучшие значения сближения осей (значения меньше ~ на 40 %) и момента трения качению (значения меньше ~ на 35 %) достигаются при использовании графитовой смазки, что связано с ее свойствами, которые оказывают положительное влияние на изменение характеристик трения и изнашивания испытываемой трибофатической системы.

Полученные в работе результаты позволяют ставить и решать задачу регулирования долговечности и надежности различных узлов машин и оборудования, путем рационального подбора: вида смазочного материала (консистенция, вязкость, температурный диапазон работы), способа его подачи в зону трения, величины и знака действующих циклических напряжений в трибофатических системах.

УДК 614. 843  
ВНЕДРЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ  
СИЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ДОМКРАТА  
В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС

А.О. ДАЙНЕКО, В.Б. БОДНАРУК  
Учреждение образования  
«ГОМЕЛЬСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ»  
Гомель, Беларусь

Сегодня существует проблема при проведении практических занятий по специальной дисциплине. В основном это связано с отсутствием специального оборудования, нехваткой денежных средств. Данный лабораторный стенд (рис. 1) позволяет выполнять несколько лабораторных занятий: исследование зависимости между давлением воздуха в пневматическом домкрате и развиваемым усилием; исследование зависимости между силой стрелы подъема пневматического домкрата и развиваемым усилием; измерение пределов регулирования вторичного давления пневматического редуктора АСИ.

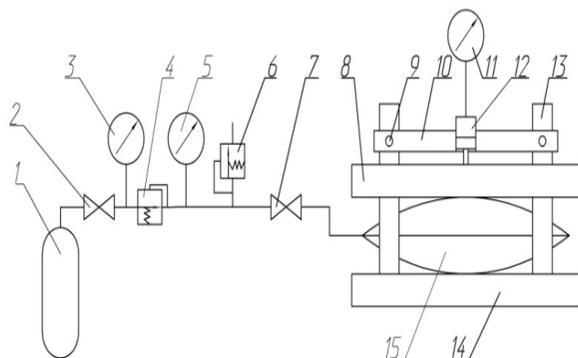


Рис. 1. Лабораторный стенд: 1 – баллон сжатого воздуха (транспортный или малолитражный); 2 – вентиль баллона; 3 – манометр высокого давления; 4 – редуктор; 5 – манометр редуцированного давления; 6 – предохранительный клапан; 7 – вентиль пульта управления; 8 – подвижная плита; 9 – штифт; 10 – плита измерительного цилиндра; 11 – манометр; 12 – измерительный цилиндр; 13 – стойка опорная; 14 – плита неподвижная 15 – домкрат пневматический.

Также данный стенд позволяет измерять такие параметры как:  
– зависимость усилия развиваемого домкратом от давления воздуха;  
– зависимость усилия развиваемого домкратом от расстояния до опорной поверхности;  
– измерение пределов регулирования редуцированного давления пневматического редуктора АСИ.

УДК 338.2  
ЛОГИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ И ВЫБОРУ  
ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПАРТНЕРОВ

О.Д. МАКАРЕВИЧ, О.О. КУЗЬМИНА  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

В настоящее время выбор потенциального партнера является актуальным вопросом на многих предприятиях, так как от решения данной проблемы зависит успех хозяйственной деятельности. Одним из факторов, влияющих на качество конечного продукта и его цену, является качество поставляемых ресурсов и услуг. Поэтому выбору поставщика ресурсов и услуг уделяется значительное внимание.

Выбор партнера по бизнесу – очень важный и серьезный процесс. Любая неучтенная «мелочь» может поменять или вообще разрушить концепцию проекта и все планы.

Каждой компании необходимо определить метод выбора поставщиков ресурсов и складских, транспортных и экспедиторских услуг, основанный на сравнительном анализе как количественных, так и качественных их характеристик. Существует множество методик, которые направлены на оценку поставщика по различным критериям и на основе этого – принятие необходимого управленческого решения.

Несмотря на многообразие методов выбора поставщика, целесообразнее определять зависимость определенных параметров поставщика от значимости данных критериев на конкретном предприятии. Для этого применяется комплексный показатель при выборе поставщика, который равен сумме произведений нормированных значений показателей при выборе поставщика и веса этих показателей. Для определения весов показателей, входящих в состав модели оценки выбора поставщика, используется метод анализа иерархий. Для обеспечения сравнимости показателей при оценке выбора поставщика на предприятии и правомочности их дальнейшей сверки, они должны быть пронормированы.

Предложенная модель является универсальной, так как на ее основе каждый субъект хозяйствования может определить оптимального для себя поставщика ресурсов и услуг согласно приоритетам своей деятельности. Оптимальный выбор поставщика позволяет снизить уровень затрат на приобретение ресурсов, их хранение, освободить из текущего хозяйственного оборота часть финансовых средств, reinvestируя их в другие активы. Выбор поставщика является важной и неотъемлемой частью деятельности предприятия, нацеленной не только на получение прибыли, но и на стратегическое развитие.

О.Д. МАКАРЕВИЧ

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

Сегодня логистика – это стержень бизнеса, и ее основная задача – обеспечение потока товаров и других материальных ценностей от производителя до потребителя.

Конкурентоспособность предприятия зависит от уровня не только затрат, связанных с работой самого предприятия, но и затрат поставщиков, а также от каналов распределения. Один из самых важных показателей в бизнесе – себестоимость продукции и/или услуг – сегодня во многом зависит от логистики.

В современном сверхконкурентном мире, любое, даже малейшее преимущество позволяет компании выжить, закрепиться на рынке. Для достижения преимущества совокупные затраты предприятия должны быть ниже, чем у конкурентов. Существуют два пути достижения этого:

- более эффективно, чем конкуренты, использовать ресурсы и управлять факторами, влияющими на затраты;
- перестроить структуру затрат предприятия таким образом, чтобы исключить некоторые элементы, создающие затраты.

С целью минимизации затрат руководящий персонал должен:

- изучить каждый создающий затраты элемент бизнеса;
- выяснить, что управляет этими затратами;
- использовать свои знания для постоянного ежегодного уменьшения затрат по каждой структуре;
- проявлять активность в совершенствовании процессов бизнеса, в исключении необязательных работ и перестройке всей структуры предприятия.

Полная перестройка работы всех структур и их координации может позволить предприятию сократить затраты на 30–70 %. Предприятия могут иногда достигать весьма значительных результатов путем удаления большого числа структур, создающих затраты и увеличивающих добавленную стоимость продукции.

Таким образом, реализация концепций логистики позволяет фирме достигать более устойчивого экономического положения, способствует успеху в конкурентной рыночной деятельности. Также принятие решений, способствующих повышению эффективности работы, приведет к сокращению издержек на логистические процессы и получению прибыли.

М.М. ЖУРОВ, В.Б. БОДНАРУК

Учреждение образования  
«ГОМЕЛЬСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ»  
Гомель, Беларусь

Стенд-имитатор внешнего дыхания человека предназначен для объективной оценки противогаза при работе с различной дыхательной нагрузкой и в различных внешних микроклиматических условиях: для проведения исследований динамических процессов происходящих при работе фильтрующих противогазов, а также изолирующих противогазов на сжатом воздухе и сжатом кислороде.

Измеряемые величины: давление воздуха в баллоне, редуцированное давление, давление срабатывания клапана легочного автомата, давление включения легочного автомата, давление срабатывания клапана выдоха, избыточное давление в подмасочном пространстве.

Стенд (рис. 1) позволяет исследовать характеристики противогазов с целью проведения научных исследований и лабораторных работ по тематике «Средства защиты органов дыхания».

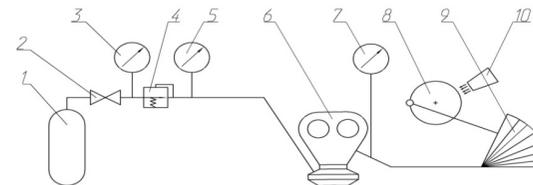


Рис. 1. Лабораторный стенд: 1 – баллон сжатого воздуха (транспортный или малолитражный); 2 – вентиль баллона; 3 – манометр высокого давления; 4 – редуктор; 5 – манометр редуцированного давления; 6 – лицевая часть на тестовой голове; 7- мановакуумметр подмасочного пространства; 8 – регулируемый электрический привод; 9 – мех (имитатор легких человека); 10 – бесконтактный тахометр.

Возможный перечень лабораторных работ:

- исследование зависимости между давлением воздуха в баллоне и минутным легочным расходом на дыхание пользователя;
- исследование зависимости редуцированного давления от давления воздуха в баллоне;
- исследование качества работы различных редукторов (разница между давлением включения и отключения) при различной легочной подаче;
- измерение давления включения и выключения легочного автомата;
- расчет работы дыхания при различной легочной подаче.

Манометры и мановакуумметры целесообразно заменить системой сбора данных на базе ПЭВМ и датчиков.

При включении стенда на холостой ход трехходовые краны устанавливаются в положение, при котором имитатор дыхания соединяется по воздухопроводной системе стенда с окружающей средой. В этом положении испытуемый противогаз отключен от имитатора дыхания.

В.В. КОМИССАРОВ, М.В. КАРАСЬ

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

Наиболее ответственные системы контактного взаимодействия (колесо/рельс, подшипники качения, зубчатые передачи и др.) работают при качении с проскальзыванием. Анализ многочисленных работ показал, что в большинстве случаев исследования проводятся при изменении проскальзывания в диапазоне от 0 до 40 %. В связи с этим, целью данной работы являлось изучение влияния проскальзывания на изменение характеристик трения в более широком диапазоне: от 0 до 80 %. Это позволяет, по существу, изучать процессы трения, начиная от чистого качения и заканчивая практически скольжением.

Согласно разработанной методике испытаний по влиянию проскальзывания на изменение характеристик трения были получены результаты для пары трения сталь 25ХГТ/сталь 25ХГТ без смазочного материала и с использованием смазки маслом марки ТАД-17 И. Анализ полученных данных показал, что при испытаниях без смазки степень проскальзывания существенно изменяет коэффициент сопротивления качению. Его величина, при изменении степени проскальзывания от 0 до 10–15 %, увеличивается с 0 до 0,8–0,85, а затем, при проскальзывании порядка 60–70 % – снижается до 0,4–0,48. В то же время для величины сближения осей наблюдаются следующие закономерности: чем больше проскальзывание, тем больше сближение осей. При этом изменение сближения осей тем больше, чем больше время на ступени при постоянном проскальзывании. При  $\Delta t = 1$  мин. сближение осей возрастает от 0 до 20 мкм, при  $\Delta t = 5$  мин. – от 0 до 160 мкм, а при  $\Delta t = 10$  мин. – от 0 до 200 мкм. Крутящий момент зависит от количества циклов следующим образом: сначала происходит его повышение до 5,6 Н·м (седьмая ступень изменения проскальзывания – 15%), а затем – снижение. При этом максимальное значение момента трения и величина его дальнейшего снижения не зависят от времени на ступени при постоянном проскальзывании.

При трении со смазкой в условиях проведенных экспериментов обнаружено влияние проскальзывания и времени на ступени нагружения при постоянном проскальзывании на изменение величин: коэффициента сопротивления качению, сближение осей и крутящего момента.

И.А. ЛУГОВАЯ, Ю.А. МАРЧЕНКО

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

Одним из приоритетных направлений развития промышленных предприятий является обеспечение управляемости маркетинговой деятельностью, что в современных условиях актуально как в теоретическом, так и в практическом отношении. Так как для организации постоянного взаимодействия с потребителями предприятие применяет тактику и стратегию активного приспособления к рынку и его требованиям с одновременным целенаправленным воздействием на него, маркетинговая деятельность существенно меняется в условиях рыночных отношений и приобретает новые формы взаимодействия между промышленным предприятием и рынком.

По ряду обстоятельств в Республике Беларусь еще не накоплен достаточный опыт такого управления, и отрасли вынуждены разрабатывать собственные его стратегии. В этой связи возникла как научная, так и практическая необходимость исследования вопросов теории и практики управления маркетинговыми процессами на производственных предприятиях.

Современная рыночная ситуация требует постоянных мер по поддержанию эффективных конкурентоспособных приемов и процедур по изготовлению и продвижению продукции на рынок. Для этого промышленному предприятию необходимо иметь надежно управляемую маркетинговую систему, способную обеспечить устойчивый рост объемов производства и реализации продукции в условиях динамичности и непредсказуемости рынка. В связи с этим система управления маркетинговой деятельностью должна обладать свойствами саморегулирующейся и самонастраивающейся системы, способной эффективно реагировать и приспосабливаться к изменениям на рынке для достижения поставленных целей.

Анализируя производственную практику, можно констатировать, что проводимые мероприятия по совершенствованию и реорганизации маркетинговых процессов фактически являются рыночными нововведениями в производственно-сбытовой политике производственных предприятий.

Д.А. ЛИПСКАЯ, \*Е.А. МИРОНЧИК, И.В. НАПРЕЕНКО  
Научный руководитель А.Ф. МИРОНЧИК, канд. техн. наук, доц.  
Учреждение образования  
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»

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

Внешняя торговля продуктами питания направлена на обеспечение продовольственной безопасности страны, защиту потребительского рынка от зависимости от импорта, интересов отечественных товаропроизводителей и потребителей. Достижению этих целей, выбору оптимальных решений способствует анализ структурных изменений в сфере внешней торговли продукцией, выявление достижений и возможных рисков экономического ущерба при дальнейшем развитии этого сектора внешнеэкономической деятельности. Например, снижение объемов производства в России сырья животного происхождения к уровню 1990 г., отдельных видов продукции из сырья растительного происхождения, рост внутреннего спроса на продукты питания способствовали ежегодному нарастанию объемов импорта, который по данным таможенной статистики в 2009 г. в фактически действующих ценах вырос в 3,7 раза по сравнению с 2000 г.

За последние годы на состояние рынка молока влияет мировая конъюнктура цен на молочное сырье. Из-за дисбаланса на мировом молочном сырьевом рынке (снижение производства молока при увеличивающейся потребности) произошел рост цен на цельное и сухое молоко (Комиссия ЕС с 01.07.2006 г. отменила экспортные дотации на основные виды молочной продукции). В связи со сложившейся ситуацией Белоруссия, как традиционный поставщик молочных продуктов на российский рынок (в 2008 г. 86 % в общем объеме импорта из стран СНГ), переключается на мировой рынок, где основными причинами роста цен реализации молока являются существенное повышение цен на сухое молоко, значительное удорожание комбикормов. Такому положению способствует участие на пути от производителя к потребителю многочисленных посреднических структур, ничего не производящих, но получающих значительные доходы за счет спекулятивного взвинчивания цен. Тем не менее, при больших потенциальных возможностях сельского хозяйства страны еще не достигнуты возможные объемы производства, которые могли бы обеспечить растущий спрос населения стран мира на отдельные продовольственные товары.

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

В УО «БГСХА» разработан решетный стан с инерционными качающимися решетками который позволяет улучшить работу решет за счет колебаний, обеспечивающих более интенсивное перераспределение компонентов вороха, а также подбрасывание центра тяжести семян на высоту, способствующую попаданию частиц в отверстия решета.

Движение инерционных качающихся решет описывается уравнением:

$$\begin{aligned} X &= -R \cos(\alpha + \varepsilon) \cos \omega t (1 + A_q) \\ Y &= -R \sin(\alpha + \varepsilon) \cos \omega t (1 + A_p) \end{aligned} \quad (1)$$

где  $A_p = \frac{\omega^2}{p^2 - \omega^2}$  и  $A_q = \frac{\omega^2}{q^2 - \omega^2}$  – коэффициенты, учитывающие влияние собственных продольных и поперечных колебаний пружин.

Из уравнения (1) следует, что решета совершают колебания с той же частотой, что и корпус решетного стана, но с другими амплитудами, зависящими от величины  $A_p$  и  $A_q$ .

Уравнения справедливы также при использовании плоских рессор, при этом дополнительные колебания будут происходить только в плоскости перпендикулярной поверхности решета (собственные колебания рессор учитываются коэффициентом  $A_p$ , а коэффициент  $A_q = 0$ ). При отсутствии пружин  $A_p$  и  $A_q \rightarrow 0$ , т.е. уравнения движения инерционных качающихся решет переходят в уравнения движения решетного стана.

При равенстве коэффициентов  $A_p$  и  $A_q$  происходит увеличение амплитуды колебаний решет при угле направленности их колебаний  $\varepsilon'$  равном углу направленности колебаний решетного стана  $\varepsilon$ . При  $A_p > A_q$  в плоскости перпендикулярной поверхности решета амплитуда колебаний возрастает в большей степени, чем в плоскости решет. В этом случае угол направленности колебаний решет  $\varepsilon'$  больше угла направленности колебаний решетного стана  $\varepsilon$ . При увеличении угла направленности колебаний решетного стана  $\varepsilon$  от 0 до 90° приращение угла направленности колебаний  $\Delta\varepsilon$  инерционных качающихся решет сначала возрастает, достигая максимума в пределах  $\varepsilon = 20 \dots 40^\circ$ , и затем, уменьшается до 0°.

Е.Г. КРИВОНОГОВА, П.С. ГОНЧАРОВ

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

Магнитные приводы известны давно и получили широкое применение в различных областях техники. Например, линейные магнитные приводы широко используются в скоростных электропоездах. Магнитные приводы с круговым магнитным потоком – в шаговых и асинхронных электродвигателях. Для создания полноценного магнитного привода асинхронному двигателю необходим редуцирующий механизм, позволяющий создать на выходном звене требуемые кинематические и силовые характеристики. В результате присоединения к электродвигателю редуцирующего механизма получается конструкция, называемая мотор-редуктором.

В планетарных мотор-редукторах имеется следующая магнитно-механическая цепь: вращающийся магнитный поток статора электродвигателя приводит во вращение ротор электродвигателя с валом, на котором размещен кривошип, он, в свою очередь, заставляет совершать колебательные движения сателлит редуцирующего механизма. Благодаря взаимодействию зубчатых венцов сателлита с неподвижными зубчатыми венцами корпуса сателлит получает вращение вокруг своей оси. Указанное вращение передается с помощью угловой муфты на выходной вал приводного устройства. Предлагается вращающийся магнитный поток статора сразу подавать на сателлит редуцирующего механизма. В данном случае он выполняет функцию кривошипа, т.е. колебательное движение передается напрямую от статора сателлиту. Однако придание правильного колебательного движения сателлиту вращающимся магнитным потоком возможно только при использовании для редуцирования планетарной передачи прецессионного типа.

Таким образом, отсутствие в магнитно-механической цепи предлагаемого приводного устройства ротора и вала электродвигателя, а также кривошипа позволит создавать малогабаритные приводные устройства пониженной себестоимости изготовления с небольшой частотой вращения выходного вала.

Е.Г. КУШНЕРОВА

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

Решение вопросов коммерческой деятельности возможно при условии, что денежные средства не являются препятствием для развития организации. А это зависит от эффективной логистики денежных средств. Таким образом, предметом рассмотрения явились денежные средства организации, анализ эффективности использования которых проведен на базе Могилевского филиала РУП «Белпочта». За 2009 г. показатели эффективности использования денежных средств ухудшились: продолжительность оборота, имея достаточно большое значение на начало периода – 213 дней, еще увеличилась более чем на 10 дней; коэффициент оборачиваемости снизился на 0,08 оборота.

Вызывают недоумение значительные запасы денежных средств на счетах предприятия при наличии сравнимых краткосрочных обязательств. Здесь необходимо учитывать специфику деятельности предприятия почтовой связи. Значительная часть денежных средств это суммы, предназначенные для выплаты пенсий и пособий, которые фактически не принадлежат предприятию и авансируются фондом по труду, занятости и социальной защите для строго целевого использования, а также наличные денежные средства в кассах подразделений предприятия, полученные от населения за оказанные услуги. Полностью ликвидировать запасы наличности в кассах невозможно, так как они необходимы для обеспечения оказания ряда услуг. В кассах аккумулируются денежные средства, принятые в течение рабочего дня в виде платежей, переводов, вкладов, средств расчета за реализованные товары и услуги. Сбор же излишков денежных средств осуществляется одновременно с доставкой почтовых отправлений в первой половине дня. Данную проблему можно было бы решить за счет осуществления дополнительной инкассации, но, учитывая разветвленность сети отделений почтовой связи, это повлечет за собой существенное увеличение затрат. Однако в 2010 году был произведен подробный анализ потребности в наличных денежных средствах в отделениях почтовой связи на основании приходно-расходных операций (при использовании модели Миллера-Орра на базе системы контроллинга) и приняты меры по соблюдению минимально необходимого запаса денежных средств в подразделениях. Это положительно сказалось на динамике оборачиваемости и позволило уменьшить продолжительность оборота на 9 дней. В дальнейшем достаточно обеспечить жесткий контроль остатков денежной наличности в кассах подразделений.

Д.В. КУРОЧКИН  
Научный руководитель Т.Ф. БАЛАШОВА, канд. экон. наук, доц.  
Учреждение образования  
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. А.А.Кулешова»  
Могилев, Беларусь

Специальность 1-26 02 05 «Логистика» достаточно новая для рынка образовательных услуг и отличается высокой востребованностью своих выпускников, престижностью профессии и максимальной практической направленности процесса обучения. Обучение по специальности «Логистика» предполагает освоение знаний, умений и навыков в следующих областях: микроэкономика; макроэкономика; управление запасами и затратами; складирование и грузопереработка; управление цепочками поставок; информационно-компьютерное обеспечение логистики; администрирование логистических систем. Программа характеризуется оптимальным сочетанием фундаментальных предметов и классических теорий с практическим опытом.

В сфере логистики сложилась нетипичная для нашей страны ситуация – спрос на специалистов с вузовским образованием здесь выше, чем предложение. Повышение спроса на логистиков объясняется двумя взаимными процессами – повышением уровня конкуренции и повышением уровня обслуживания.

На сегодняшний день, подготовку специалистов по специальности «Логистика» ведут: «Институт бизнеса и менеджмента технологий БГУ», УО «Белорусский государственный экономический университет», «Международный институт трудовых и социальных технологий». В регионах логистиков-экономистов готовит УО «Полоцкий государственный университет» и филиалы «Международного института трудовых и социальных технологий» в Витебске и Гомеле. Полностью отсутствует подготовка экономистов-логистиков в Могилевском, Брестском и Гродненском регионах.

Необходимость открытия специальности 1-26 02 05 «Логистика» в ведущих вузах регионов продиктована временем, уже сегодня белорусские предприятия как в столице, так и в регионах испытывают потребность в специалистах, способных на высоком профессиональном уровне заниматься логистическим управлением. Открытие специальности «Логистика» в УО «Могилевском государственном университете им. А.А. Кулешова» не вызывает сомнения.

А.В. ЛИФАНОВ  
Научный руководитель И.И. СУТОРЬМА канд. техн. наук, доц.  
Учреждение образования  
«ГОМЕЛЬСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ»  
Гомель, Беларусь

Одним из основных параметров при расчете и проектировании пожарной аварийно-спасательной техники является интенсивность подачи огнетушащих веществ – величина удельная, определяемая в настоящее время опытным путем.

С целью устранения расхождения в значениях интенсивности подачи огнетушащих веществ, содержащихся в справочной литературе, представляется необходимым проведение исследований по научному обоснованию данного параметра.

Данная работа посвящена методике решения задач нагрева деталей конструкций на основе математического моделирования с использованием одномерной математической модели нестационарной нелинейной теплопроводности с внутренними стоками теплоты вследствие наличия фронта деструкции материала образца. Для математического описания модели применим дифференциальное уравнение в частных производных с граничными условиями третьего рода:

$$c(T)\rho(T)\frac{\partial T}{\partial \tau} = \lambda(T)\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + q_v(T), 0 < x < l, 0 < \tau \leq \tau_{\max}. \quad (1)$$

Одномерная схема численного решения задачи для промежуточных слоев имеет вид:

$$T_{n+1}^j - \left[ 2 + \frac{c\rho h^2}{\lambda\Delta\tau} \right] T_n^j + T_{n-1}^j + \frac{h^2}{\lambda} \left[ \frac{c\rho}{\Delta\tau} T_n^{j-1} + q_v \right] = 0. \quad (2)$$

Функции теплофизических параметров модели заданы методом аппроксимации полиномом Ньютона. Система линейных уравнений решалась методом прогонки.

Разработана компьютерная программа, дающая возможность расчета нагрева образца из твердого материала с учетом фронта деструкции и выделения горючих газов.

А.В. ЛИФАНОВ  
Научный руководитель И.И. СУТОРЬМА канд. техн. наук, доц.  
Учреждение образования  
«ГОМЕЛЬСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ»  
Гомель, Беларусь

Данная работа является развитием работ автора по постановке численного эксперимента для исследования гидродинамических режимов работы центробежных насосов.

В результате проведения серии численных экспериментов с моделью течений в центробежном пожарном насосе ПН-40 была получена напорная характеристика  $P1(Q)$  модели данного насоса, имеющая форму сходную с характеристикой  $P2(Q)$  насоса ПН-40 (рис. 1).

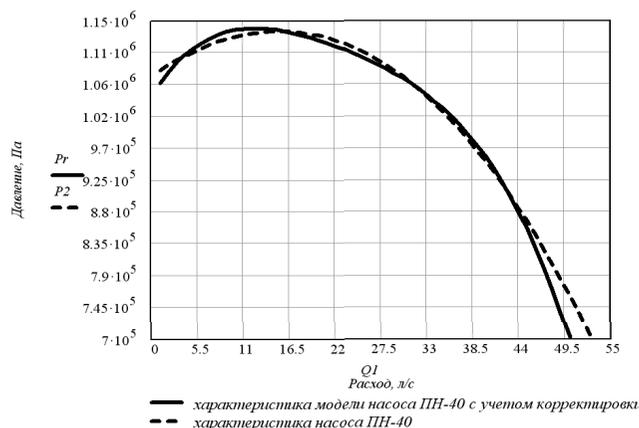


Рис. 1. Напорная характеристика насоса ПН-40УВ и скорректированная напорная характеристика модели насоса

Максимальное значение отклонения 9 % при расходе 50 л/с. Используемая математическая модель, с использованием корректирующей функции, с достаточной степенью точности описывает работу пожарного центробежного насоса ПН-40УВ.

Т.Л. КРУПЕНЬКО  
Научный руководитель В.А. ШИРОЧЕНКО, канд. техн. наук, доц.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Каждая коммерческая организация в процессе своей деятельности стремится получать прибыль, чтобы направлять её на развитие предприятия и повышение его конкурентоспособности. Максимизация прибыли предприятия требует проведения эффективной ценовой политики.

Для промышленных предприятий можно предложить следующий метод определения оптимальных цен на производимую продукцию. Т.к. на промышленных предприятиях ассортимент обычно устойчив, то это даёт возможность, проанализировав за достаточно продолжительный отрезок времени информацию по реализации продукции, построить функцию спроса для каждой товарной позиции. Получив зависимость объёма реализации от цены на продукцию, а также, обладая информацией о себестоимости данных товаров, можно поставить оптимизационную задачу. В результате её решения будут определены цены на производимую продукцию, при которых прибыль предприятия будет максимальна.

В отличие от промышленных, торговые предприятия обладают очень широким ассортиментом, который подвергается частым изменениям, в результате чего отсутствует возможность получить информацию, необходимую для построения функций спроса по большинству товаров. Поэтому для торговых организаций можно предложить иной способ максимизации прибыли на основе управления ценовыми факторами. На основе данных за прошедший период (например, за три-четыре месяца) выделяется группа товаров, имеющих устойчивый спрос и занимающих наибольший удельный вес в товарообороте, и группа, в которую включается большое количество товаров, вносящих незначительный вклад в общую величину товарооборота (в сумме их удельный вес не более 10 %). На товары второй группы торговая наценка уменьшается по сравнению с предыдущим периодом, т.е. делаются скидки для привлечения новых клиентов в торговую точку. На товары первой группы устанавливается более высокая торговая наценка, что позволяет получить планируемую величину валового дохода. Максимизация прибыли достигается путём решения задачи оптимизации торговых наценок по всему ассортименту торгового предприятия.

УДК 339.15  
ВНЕШНЯЯ ТОРГОВЛЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫМИ ТОВАРАМИ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ

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

Объем экспорта-импорта товаров, произведенных на основе новых и высоких технологий, в динамике растет, о чем свидетельствуют данные табл. 1. Причем импорт высокотехнологичных товаров по-прежнему опережает экспорт в среднем в 3,6 раза.

В общем объеме экспорта за анализируемый период экспорт наукоемких товаров не превысил 2,76 %, в то время как максимальный импорт составил 6,4 %.

Табл. 1. Внешняя торговля высокотехнологичными товарами Республики Беларусь

	Экспорт				Импорт			
	2005	2006	2007	2008	2005	2006	2007	2008
Объем внешней торговли товарами (всего), млн долл.	15979	19734	24339	32571	16708	22351	28674	39381
в том числе высокотехнологичные товары (итого), млн долл.	177,8	233,7	308,1	900,2	689,8	965,6	1124,0	2519,7
в процентах к общему объему внешней торговли	1,11	1,18	1,27	2,76	4,13	4,32	3,92	6,40
Коэффициент покрытия экспорта импортом (все товары)								
	0,956	0,883	0,849	0,827				
Коэффициент покрытия экспорта импортом (высокотехнологичные товары)								
	0,258	0,242	0,274	0,357				

Коэффициент покрытия экспорта импортом по всем товарам превышает аналогичный показатель относительно высокотехнологичных товаров за 2005–2008 гг. в среднем за год в 3,2 раза.

УДК 621.83.06  
ПЛАНЕТАРНЫЕ РОЛИКОВЫЕ ПЕРЕДАЧИ СО СБОРНОЙ  
КОНСТРУКЦИЕЙ ВЕДОМОГО ВАЛА

А.П. ПРУДНИКОВ

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

Могилев, Беларусь

Разрабатываемые нами передачи с промежуточными телами качения находят применение при создании гайковертов, баллонных ключей, механизмов подъемно-тяговых устройств, малогабаритных силовых редукторов. Они компактны, имеют высокий коэффициент перекрытия, обеспечивают возможность создания многоступенчатых конструкций.

Принцип их действия основан на взаимодействии основных звеньев данной передачи посредством тел качения, которые вследствие наложенных связей перемещаются вдоль беговой дорожки внутреннего кулачка, по периодической торцевой поверхности наружного кулачка, а также вдоль продольных пазов ведомого вала, вынуждая его вращаться с уменьшенной угловой скоростью.

В данной работе предложена конструкция планетарной роликовой передачи со сборным ведомым валом, представляющим собой набор собранных в единое тело осей, между которыми располагаются ролики.

В ходе работы проведен сравнительный анализ конструкции ведомого вала со сквозными пазами, выполненными фрезерованием в гильзе, и сборной конструкции этого вала по жесткости, напряжениям изгиба и контактным напряжениям. Выведены зависимости для определения основных геометрических параметров данного вида передачи.

В результате проведенных исследований установлено, что использование в планетарных передачах с промежуточными телами качения сборной конструкции ведомого вала вместо цельного вала со сквозными пазами позволяет снизить трудоемкость изготовления и сборки данной передачи, повысить ее долговечность и ремонтпригодность. Также появляется возможность термообработки (ТВЧ) поверхностей ведомого вала, подверженных повышенному износу, что соответственно повышает их износостойкость. Также при использовании ролика соответствующей формы снижаются контактные напряжения при взаимодействии ролика и ведомого вала. Вместе с тем недостатками сборной конструкции являются снижение жесткости и увеличение напряжений изгиба примерно в 1,7 раза по сравнению с цельной конструкцией ведомого вала при прочих равных условиях.

УДК 621.833.389  
МЕТОДИКА ПРОЧНОСТНОГО РАСЧЕТА ЧЕРВЯЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ  
С ТЕЛАМИ КАЧЕНИЯ НА ЧЕРВЯКЕ

С.Н. РОГАЧЕВСКИЙ

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

В практике машиностроения для обеспечения требуемых крутящего момента и частоты вращения ведущего вала механизма, технологического оборудования и машины часто применяют червячные передачи из-за их бесшумности, высокой кинематической точности, возможности самоторможения, большого диапазона передаточных чисел, компактности. Однако эти передачи обладают низким КПД.

Стремление снижения потерь в зацеплениях привело к созданию червячной передачи, состоящей из колеса с консольными эвольвентными зубьями и расположенного с торца колеса червяка. Образующими боковых поверхностей прямого зуба червячного колеса и витка червяка являются прямые линии, которые при работе передачи совпадают на делительном цилиндре колеса, образуя линию контакта зуба и витка, перпендикулярную вектору скорости их скольжения, что является идеальным случаем для образования жидкостного трения и приводит к повышению КПД передачи. При зацеплении головки или ножки зуба с витком червяка расположение линии контакта незначительно отличается от  $90^\circ$  к вектору скорости скольжения и практически не оказывает влияния на КПД. Таким образом, в конструкции созданной червячной передачи устранена причина, вызывающая значительные потери. Поэтому она обладает высоким КПД, что весьма актуально.

Разработаны методика, алгоритмы и программа для ПЭВМ прочностного расчета червячной передачи с телами качения на червяке. Особенность расчета состоит в том, что в передаче перекатывание тела качения (подшипника) червяка по рабочей поверхности консольной части эвольвентного зуба червячного колеса сопровождается их геометрическим скольжением (поворотом), которое вызвано неодинаковым изменением скорости по длине контакта указанных тел. Относительное положение этих тел характеризуется параметром  $\Delta$  (углом между образующими поверхностей тела качения и эвольвентного зуба в месте их соприкосновения). В начале зацепления параметр  $\Delta$  имеет отрицательное значение, по мере перекатывания тела качения по зубу  $\Delta$  увеличивается до 0, а затем до некоторой положительной величины. При  $\Delta = 0$  сопряженные звенья имеют линейный контакт, при других значениях  $\Delta$  наблюдается точечное соприкосновение поверхностей указанных звеньев.

УДК 339.138  
К ВОПРОСУ О КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ РОССИИ

Ю.А. КРЕКШИНА

Научный руководитель А.В. ОДАРЧЕНКО, канд. экон. наук, проф.  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.Шухова»  
Белгород, Россия

В условиях рыночных отношений конкурентоспособность характеризует степень развития общества. Чем выше конкурентоспособность страны, тем выше жизненный уровень её жителей. В условиях мирового экономического кризиса в очередной раз проявились факты низкой конкурентоспособности российских товаропроизводителей. В основном из-за того, что многие промышленные предприятия, составляющие в каждой развитой стране мира основу экономики, давно уже лишились притока инноваций и научной поддержки. Известно, что развитие инновационной деятельности – важнейший фактор повышения конкурентоспособности как предприятий, так и страны в целом.

В России усилия большинства предприятий направлены не на реализацию инновационных прорывов с перспективой создания новых рынков, а, в основном, на имитацию чужих инноваций и сохранение своей ниши на локальных рынках. В итоге наша экономика обречена догонять развитые страны, причём этот процесс сопровождается нарастающим технологическим отставанием.

Концепция социально-экономического развития России до 2020 года по сути является политическим решением перевода российской экономики на инновационный путь развития, который необходим как стратегическое направление для повышения конкурентоспособности экономики России. Задача повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции может быть решена только при условии существенного роста инвестиционной и инновационной активности промышленного производства. Конкуренцию с высокотехнологичным импортом в перспективе могут выдержать предприятия, ориентирующиеся на отечественные разработки.

Повышение уровня конкурентоспособности промышленных предприятий сможет обеспечить возвращение России в число мировых технологических лидеров и решить социальные проблемы.

Конкурентоспособность российской экономики как основа экономического развития, повышения благосостояния и качества жизни населения – стратегическая цель. Приоритеты повышения конкурентоспособности конкретных видов экономической деятельности, в том числе инновационной должны быть согласованы с их будущим ресурсным обеспечением – финансовым, человеческим, производственным.

Ю.А. КРЕКШИНА

Научный руководитель А.В. ОДАРЧЕНКО, канд. экон. наук, проф.  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.Шухова»  
Белгород, Россия

В своём Послании Президент РФ Д.А. Медведев отметил, что «мы так и не избавились от примитивной структуры экономики, от унизительной сырьевой зависимости, не переориентировали производство на реальные потребности людей. Привычка жить за счёт экспорта по-прежнему тормозит инновационное развитие. Российский бизнес до сих пор предпочитает торговать тем, что создано в других странах, а конкурентоспособность нашей продукции позорно низка».

Главная проблема российской экономики – низкая производительность труда. Основными её причинами являются: неэффективная организация труда, устаревшие мощности и методы производства, отсутствие комплексного подхода к планированию развития территорий, неразвитость финансовых систем, дефицит профессиональных навыков.

Зарплата в России является низкой не вообще, а недопустимо низкой по отношению к нашей низкой производительности. Доход от общественной собственности на недра, т.е. собственности всех граждан, оказался в руках частных лиц. Это источник стремительного социального расслоения. Рента – стратегическое оружие России. Но для его эффективного использования необходима другая налоговая политика.

Основной фактор экономического роста России – региональный. Необходимо поднимать малый бизнес на местах. Инновационная активность отечественного малого бизнеса минимальна (менее 2 %).

Одной из слабостей российской экономики является недостаточный внутренний спрос. Меры по его расширению должны включать активизацию как государственного (через механизм государственного заказа и государственных закупок), так и частного (через рост реальных денежных доходов) спроса.

Проводимая ускоренными темпами налоговая реформа имеет нежелательные социально-экономические последствия.

Модернизация и инновационное развитие – единственный путь, который позволит России стать конкурентоспособным обществом в XXI веке. Государство должно играть значительную роль в формировании общей стратегии экономического развития.

А.В. ШВАЙБОВИЧ

Научный руководитель П.В. АСТАХОВ  
Учреждение образования  
«ГОМЕЛЬСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ»  
Гомель, Беларусь

В 21 век человечество вступило в эпоху грандиозных социальных, технических и культурных перемен, которую ученые называют глобальной революцией. Она характеризуется тем, что человеческие технологии достигли мощности сопоставимой с мощностями геологических процессов. Научно-технический прогресс в ведущих отраслях экономики требует применения изделий все более сложной формы. Это в свою очередь ведет к необходимости разработки новых методов контроля качества.

Современные методы контроля геометрии изделий можно разделить на два больших класса – контактные (координатно-измерительные машины, измерительные проекторы и т. д.) и бесконтактные, среди которых наиболее известными являются методы светового сечения, триангуляционные и стереоскопические.

Особое распространение получили методы лазерного контроля качества, которые, в частности, нашли применение в области авиационного двигателестроения. Достижения в этой отрасли в большой мере определяют политическую и экономическую безопасность страны. Высокая чувствительность переходных процессов, сопровождающих воздействие лазерного излучения на образец, позволяет измерять малые величины тепловой энергии, выделенной или поглощенной в результате фотофизических или фотохимических изменений. А возможности визуализации внутренних напряжений, обнаружения дефектов подповерхностной структуры, контроля профиля поверхности различных сред и материалов являются весьма актуальными задачами техники.

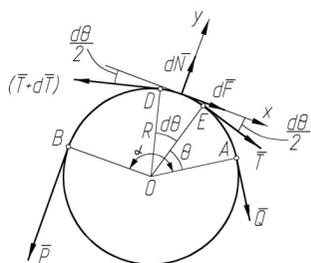
Таким образом, можно сделать вывод, что применение лазерного метода контроля качества ведет к усовершенствованию ведущих технологий производства нашей страны. В Республике Беларусь 2010 год объявлен годом качества.

К.В. ШИНГИРЕЙ  
 Научный руководитель Ю.П. БАЖКОВ  
 Учреждение образования  
 «ГОМЕЛЬСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ»  
 Гомель, Беларусь

На этапе проектирования различных механизмов и приспособлений, используемых спасателями при предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций, конструкторы закладывают в основу своих разработок различные физические явления. При инженерных расчетах движения одного тела по поверхности другого учитываются силы, возникающие в плоскости соприкосновения тел, которые обусловлены прежде всего шероховатостью поверхностей, создающей сопротивление перемещению, и наличием сцепления у прижатых друг к другу тел.

Рассмотрим нить, накинутую на круглый цилиндрический вал, к которой приложена сила  $\bar{P}$ . Наименьшая сила  $\bar{Q}$ , которую надо приложить к другому концу нити, чтобы сохранить равновесие при данном угле  $AOB$ , равном  $\alpha$ , если коэффициент трения нити о вал  $f_0$ , находится по формуле

$$\text{Эйлера } \frac{P}{Q} = e^{f_0\alpha} \text{ или } Q = P e^{-f_0\alpha}.$$



Как видим, требуемая сила  $Q$  зависит только от коэффициента трения  $f_0$  и угла  $\alpha$ ; от радиуса вала сила  $Q$  не зависит. При отсутствии трения ( $f_0 = 0$ ) получаем, как и следовало ожидать,  $Q = P$ . Таким образом очень важен тот факт, что, увеличивая угол  $\alpha$  (навивая нить), можно значительно уменьшить силу  $Q$ , необходимую для уравновешивания силы  $P$  при этом удерживая различные грузы от опрокидывания, сползания и т. п.

В настоящее время интерес для нас представляет разработка конструкций, работающих по формуле Эйлера. Закрепив вал свободно на оси, перпендикулярной плоскости поперечного сечения, можно приложив небольшие усилия к одному концу нити, заставить двигаться тяжелые предметы (контейнеры, различные емкости, ж.д. вагоны и т.п.), закрепленные к другому концу, при этом значительно выигрывая в силе.

Л.Г. КОЗЛОВА  
 Государственное учреждение высшего профессионального образования  
 «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
 Могилев, Беларусь

Закупая товар различных фирм – производителей, коммерческие работники торговых предприятий должны преследовать цель максимального удовлетворения потребностей потребителей. Для этого необходимо закупать товары, соответствующие спросу потребителей. И вместе с тем, эти товары должны быть прибыльными, так как максимизация прибыли является главной целью коммерческого предприятия.

Основой маркетингового подхода при формировании торгового ассортимента является изучение предпочтений потребителей при выборе товаров и товарных марок в розничной торговле. Анализ результатов исследования потребителей является базой для формирования ассортимента.

Для решения вопросов формирования ассортимента можно воспользоваться методом парных сравнений Т. Саати (метод анализа иерархий). В основе метода анализа иерархий лежит линейная свертка. Для исследования выбиваются товарные марки одного товара, широко представленные в ассортименте торгового предприятия. В качестве критериев выбора могут выступать цена товара, его функциональные свойства, широта ассортимента внутри представленной марки, дизайн, фасовка, узнаваемость товарной марки благодаря рекламе.

Если для критерия не существует объективная оценка, то в этом случае процедура Т. Саати рекомендует использовать метод парных сравнений. Для фиксации результата сравнения пары альтернатив используются сравнительные шкалы. После построения интегральной свертки для каждой марки товара проводится анализ отношения стоимости к эффективности на основании отношения полученной нормированной стоимости к интегральной оценке отношения. Наилучшей считается альтернатива, для которой указанное отношение минимальное. Исходя из полученных данных, формируется совокупность товарных марок, которые обеспечивают торговому предприятию оптимальную прибыль за счет высокого товарооборота либо высокой цены.

Использование экспертных оценок при формировании ассортимента торгового предприятия позволяет повысить надежность управленческих решений.

Л.Г. КОЗЛОВА

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

В качестве метода формирования эффективного торгового ассортимента используется анализ совместных покупок. Анализ проводится после наблюдения за результатами поведения покупателей при выборе определенных товаров или товарных марок. В качестве объекта исследования выбирается конкретная секция либо группа товаров. Критериями выбора объекта исследования являются рейтинг товаров в общем товарообороте по удельному весу за предыдущие периоды, их товарооборачиваемость и размер средних товарных запасов. После сбора информации от покупателей о наборе товаров в покупке определяется количество покупок, включающее в себя определенные товары. Далее выясняется, между какими товарами существует наиболее сильная связь. С этой целью составляется матрица частоты совместных покупок. Итоговые значения в матрице показывают, сколько раз был куплен товар в разных покупках. По результатам модифицированной матрицы частоты совместных покупок можно сформировать ассортиментную политику по товарам, группам товаров и в секциях торгового предприятия в зависимости от рентабельности продуктов, сезонности, изменения цен на продукты. Результаты такого анализа можно использовать и для маркетинговых мероприятий. Например, эффект связи может быть учтен при проведении рекламной кампании и в ходе акций по стимулированию продаж, при размещении товаров на стеллажах, оформлении витрин.

Ценовая политика формируется в тесной увязке с планированием ассортиментной политики, выявлением потребностей потребителей, организацией продаж, их стимулированием. Экономическая ситуация в Республике Беларусь требует повышенного внимания к вопросам ценовой политики. Создание конкурентной среды порождает ценовую и неценовую конкуренцию. При ценовой конкуренции влияние на спрос осуществляется посредством изменений в цене. Это самый гибкий инструмент маркетинга, поскольку цены можно быстро и легко изменять с учетом спроса, издержек, действий конкурентов. Но и конкурентам легче всего воспроизвести такую же политику. При неценовой конкуренции фирмы делают упор на отличительные особенности своей продукции, ее повышенное качество, уделяют больше внимания продвижению, упаковке, сервису и другим маркетинговым факторам.

И.В. АНТИХОВИЧ

Научный руководитель А.А. ЧЕРНИК, канд. хим. наук, доц.  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

Интерес представляет получение наномодифицированных композиционных гальванических покрытий с использованием фуллереноподобных углеродных нанотрубок (УНТ). Для исследований был выбран электролит следующего состава, г/дм<sup>3</sup>: NiSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 140; Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>·6H<sub>2</sub>O 40; NaCl 5; H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 20; MgSO<sub>4</sub> 25; неочищенные легкие УНТ 1-2 мл/л; pH = 5–5,5; t = 20–35 °С. УНТ вводились в виде суспензии.

Целью работы является выяснение влияния УНТ на свойства низкотемпературного электролита, а также изучение свойств осажденных композиционных покрытий

При помощи ячейки Хулла установлен рабочий интервал плотностей тока для низкотемпературного электролита никелирования, в котором далее произвели осаждение для выяснения зависимостей выхода по току от применяемой плотности тока.

Установлено изменение электрохимических свойств электролита, посредством снятия ЦВА  $i - E$  кривых без УНТ и с добавлением 1 мл/л легких УНТ на никеле при различных скоростях развертки, а также посредством поляризационных кривых снятых потенциостатическим методом.

Защитное действие никелевых покрытий на стали снижается при наличии оголенных участков и пор. Проводили анализ на пористость покрытий наложением фильтровальной бумажки, согласно ГОСТу в стационарном режиме и при использовании импульсного тока. Установили, что добавление УНТ уменьшает пористость примерно в 2 раза. Наиболее эффективно в комплексе использовать нестационарную нагрузку и вводить углеродные нанотрубки.

Исследованы механические свойства покрытия. Проведена сравнительная оценка твердости никелевых и никель-УНТ покрытий из сульфатно-хлоридного электролита.

УДК 621.914.2:669  
МОДИФИЦИРОВАНИЕ БЕЗВОЛЬФРАМОВЫХ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ  
ОБРАБОТКОЙ ТЛЕЮЩИМ РАЗРЯДОМ

М.А. БЕЛАЯ, \*А.Л. ШЕМЕНКОВА  
Научный руководитель В.М. ШЕМЕНКОВ, канд. техн. наук  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
\*МОАО «КРАСНЫЙ МЕТАЛЛИСТ»  
Могилев, Беларусь

Анализ результатов обработки кобальтсодержащих твердых сплавов тлеющим разрядом с удельной мощностью горения от 0,20 до 0,88 кВт/м<sup>2</sup>, возбуждаемом в среде остаточных атмосферных газов, обеспечивает формирование уникальных структурно-фазовых превращений в их приповерхностных слоях, а также широкий масштаб модификации структуры. Это приводит к изменению эксплуатационного поведения модифицируемых изделий в условиях трибомеханического и трибохимического воздействия.

В результате экономии дефицитных металлов, таких как вольфрам и кобальт, в последние годы большой интерес представляет использование в металлообработке безвольфрамовых твердых сплавов.

Исследованию подвергались партии многогранных неперетачиваемых пластин из твердого сплава ТН20 до и после модифицирующей обработки тлеющим разрядом.

В результате исследования установлено, что максимальное значение приращения твердости составляет 15–20 %. При этом стоит отметить, что зависимость приращения твердости от удельной мощности горения тлеющего разряда в исследуемом интервале имеет сложный характер и описывается кривой с экстремумом.

Так удалось отметить, что с ростом удельной мощности горения разряда растет глубина модифицированного слоя (от 20 до 100 мкм). Данное изменение можно объяснить возрастающей энергией и количеством налетающих ионов, что способствует более глубокому их проникновению и формированию более длинного каскада смещений в кристаллических решетках фазовых составляющих сплава.

На основании рентгеноструктурного анализа установлено, что энергетическое воздействие тлеющего разряда оказывают значительное воздействие на поверхностные слои сплава ТН20, что непосредственно следует из резкого изменения профиля и интенсивности линии (111) никелевой связи. Помимо этого в процессе обработки происходит перераспределение TiC по глубине образца, а именно, снижение его количества вдоль плоскостей (222), (400) в поверхностных слоях.

Модифицирующая обработка многогранных пластин из твердого сплава ТН 20 приводит к повышению их стойкости в 2–3 раза.

УДК 657.1.24+31.63  
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ УЧЕТА И  
СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
ОРГАНИЗАЦИЙ

Е.А. КОЗЛОВА  
Научный руководитель В.И. СТРАЖЕВ, д-р экон. наук, проф.  
Учреждение образования  
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»  
Могилев, Беларусь

В силу важности проблемы обеспечения продовольственной безопасности, отсутствия практических рекомендаций по организации системы статистической информации о деятельности сельскохозяйственных организаций, отвечающей требованиям управления, появилась необходимость в разработке методологии и методик учета и статистической отчетности о сельскохозяйственной деятельности, которые необходимо развивать с учетом требований обеспечения продовольственной безопасности государства.

Разработаны ряд предложений по развитию учета как информационной основы управления обеспечением продовольственной безопасности, включающие: устранение недостатков в учете продовольственных ресурсов путем расширения круга учитываемых субъектов, производящих продовольствие; совершенствование системы учета в рамках современных условий социально ориентированной рыночной экономики; повышение качества отчетности путем увеличения ее достоверности и устранения дублирования; улучшение информационной базы посредством строгого ранжирования информационных потоков, использования автоматизированных систем передачи и обработки информации.

Кроме того предложены направления совершенствования сбора, обработки и представления статистической информации, основные из которых следующие: использование международного опыта выборочного обследования при организации статистического наблюдения в Республике Беларусь; проведение сельскохозяйственной переписи; разработка показателей статистической отчетности, соответствующих современным условиям экономического развития; устранение дублирования информации в формах статистической и годовой бухгалтерской отчетности сельскохозяйственных организаций; устранение дублирования показателей в различных формах статистической отчетности; автоматизация сбора и обработки первичной статистической информации.

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

Управление конкурентоспособностью организации представляет собой область знаний и профессиональной деятельности, направленных на формирование и обеспечение достижения целей по повышению конкурентоспособности организации.

Интенсивное развитие организации осуществляется на основе экономически обоснованного совершенствования техники, технологии и организации производства, труда, управления, благодаря использованию достижений научно-технического прогресса.

Проблема перехода к оценке по рыночной категории «конкурентоспособность организации» означает переход к познанию и внедрению передового международного научно-технического прогресса, научно-практического опыта в управлении и организации производства. Без четких знаний технико-экономических характеристик продукции, управления и организации производства ведущих мировых фирм невозможно определить направления совершенствования отечественной продукции, а в итоге – повысить уровень конкурентоспособности продукции и организации в рыночных условиях.

Важнейшей проблемой конкурентоспособности товара являются методы оценки его конкурентности, которые должны комплексно оценивать научно-технические, производственные и экономические параметры относительно конкурирующих товаров. Важно отсеять неудачные технические идеи на ранних стадиях научно-производственного процесса, чтобы напрасно не тратить время и средства. Кроме того, комплекс относительных единичных, групповых и интегральных показателей конкурентоспособности продукции и предприятия является объективной оценкой результата работы каждого подразделения и каждого работника организации.

Таким образом, решение проблемы конкурентоспособности организации во многом зависит от решения следующих проблем: оценки конкурентности всех потенциалов в сферах научно-производственной деятельности организации; оценки конкурентоспособности продукции по всем технико-экономическим параметрам и на всех этапах её разработки и создания; оценки конкурентности результата работы кадров.

Д.А. БУСЕЛ, Е.Ф. ОСТРОВСКАЯ  
Научный руководитель В.Д. КОШЕВАР, д-р хим. наук  
Государственное научное учреждение  
«ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ  
НАН Беларуси»  
Минск, Беларусь

Водные дисперсии готовых промышленных полимеров (искусственные латексы), получаемые эмульгированием в водных средах в присутствии поверхностно-активных веществ (ПАВ), находят широкое применение в качестве пленкообразователей для производства лакокрасочной продукции и в индустрии строительных материалов. Это обусловлено как экологической и технологической проблемами, возникающими в связи с применением зачастую токсических, пожаро- взрывоопасных летучих растворителей, так и необходимостью создания декоративно-защитных составов более высокого качества, чем получаемых на основе синтетических латексов. Особенно интенсивные исследования в ряде зарубежных стран ведутся с целью создания способов эмульгирования эпоксидных, полиуретановых смол или лаков, однако до сих пор отсутствуют систематические исследования о влиянии химической природы смол на их способность к эмульгированию и образованию дисперсий с требуемой стабильностью.

При исследовании применяли следующие эпоксидные олигомеры (ЭО): две эпоксидные диановые смолы с различным количеством эпоксидных групп, эпоксидная алифатическая смола и новолачная смола. В качестве эмульгатора использовали неионогенный ПАВ (алкил полиэтиленгликолевый эфир этиленоксида), коллоидно-химические свойства которого определены с использованием прибора "Процессор Тензиометр К-100 МК 2" (производства KRUSS, Германия). Дисперсии ЭО (включающие различное содержание ПАВ и различное соотношение фаз смола:вода) получены на лабораторной диспергирующей установке ЛДУ-3 МПР (производства РФ) при скорости вращения ротора 5000 об/мин.

В результате исследований установлены оптимальные режимы диспергирования смол и оптимальное содержание эмульгатора. Выявлено, что наиболее устойчивы дисперсии, изготовленные на основе эпоксидных смол с менее развитой структурой углеводородного скелета и более высоким содержанием эпокси- и ОН-групп. Установлена корреляция между способностью ЭО к эмульгированию в воде, устойчивостью полученных дисперсий, ростом содержания фракции с размером частиц 1–5 мкм и снижением межфазного натяжения на границе раздела смола/вода в присутствии ПАВ.

УДК 621.74.047  
АКТУАЛЬНОСТЬ ЛИТЬЯ НАМОРАЖИВАНИЕМ ПОЛЫХ ЗАГОТОВОК  
МАЛОГО ДИАМЕТРА ИЗ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЧУГУНОВ

В.П. ГРУША, Р.Ж. ОРУНОВ  
Научный руководитель Е.И. МАРУКОВИЧ, д-р техн. наук, проф.  
Государственное научное учреждение  
«ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН Беларуси»  
Могилев, Беларусь

В машиностроении и других отраслях промышленности широкое распространение имеют детали типа полых тел вращения, в том числе из чугуна. В последнее время все большую остроту приобретает вопрос значительного повышения эксплуатационных характеристик деталей, работающих в экстремально неблагоприятных условиях: при больших отрицательных (минус 90 °С и ниже), либо повышенных (до 140 °С) температурах, в условиях абразивно-динамического воздействия, интенсивного изнашивания, в агрессивной среде и т.п. В этих случаях используются легированные и высоколегированные чугуны со специальными свойствами, которые широко применяются для изготовления деталей нефтедобывающего, нефтеперерабатывающего, химического, электротехнического оборудования.

Однако качество и ресурс работы деталей, получаемых традиционными способами литья, уже не удовлетворяет современным требованиям. Известно, что наиболее высокое качество отливок достигается применением специальных способов литья основанных на использовании принципа направленности затвердевания, одним из которых является литье намораживанием. Сущность его заключается в том, что затвердевание металла происходит при высокой интенсивности однонаправленного теплоотвода и наличии перегретого расплава во внутренней полости затвердевающей отливки в течение всего времени ее формирования. В настоящее время осуществлено промышленное освоение этого метода по выпуску высококачественной конкурентоспособной продукции из чугуна с пластинчатым и шаровидным графитом и из белого высокохромистого чугуна. Однако получение этим методом на существующем оборудовании заготовок диаметром менее 60 мм весьма затруднительно или невозможно. Получение таких заготовок далеко не всегда возможно и традиционными способами литья. Во многих случаях полые детали формы тел вращения малого диаметра изготавливают из заготовок сплошного сечения.

В связи с изложенным разработка технологии литья методом направленного затвердевания полых заготовок малого диаметра из чугунов со специальными свойствами является перспективной, своевременной и актуальной задачей.

УДК 339.138  
КРИТЕРИИ ВЫБОРА ТОВАРОВ-КОНКУРЕНТОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ  
КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

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

Выпуск конкурентоспособной продукции является одним из важнейших направлений современного этапа развития белорусской экономики. Эффективное экономическое развитие предполагает производство и реализацию продукции на рынке по цене и качеству, удовлетворяющим как потребителя, так и производителя.

Диагностику конкурентоспособности товара следует проводить в форме комплексного, поэтапного и поэтапного маркетингового исследования.

Выбор товаров-конкурентов, по сравнению с которыми производится позиционирование конкурентоспособности анализируемого товара, должен осуществляться с учетом следующих критериев.

Во-первых, товар-аналог и анализируемая продукция должны удовлетворять одну потребность, при этом если они принадлежат к одному классу по назначению и условиям эксплуатации, ориентированы на одну группу потребителей, не дифференцированы по параметрам, то они - ближайшие конкуренты, в противном случае – потенциальные конкуренты.

Во-вторых, выбор товара-аналога должен удовлетворять цели оценки конкурентоспособности:

– в случае оценки продукции в сравнении с лучшим по технико-экономическим характеристикам товаром в качестве образца должно быть выбрано изделие, отражающее высшие мировые достижения в данной области;

– при оценке с наиболее широко сбываемым на рынке изделием за образец берется продукция, по которой зарегистрирован наибольший объем сбыта и т.д.

В-третьих, необходимо учитывать фактора места – перечень конкурентных товаров для оценки конкурентоспособности ограничивается избранным географическим ареалом или потребительским сегментом рынка (или обоими критериями вместе).

И, наконец, в-четвертых, необходим учет динамики жизненного цикла – фактора времени: на рынке одновременно присутствуют товары, находящиеся на разных этапах жизненного цикла и, следовательно, обладающие разным уровнем конкурентоспособности; ближайшими конкурентами при прочих равных условиях будут изделия одинаковой фазы жизненного цикла.

УДК 658.012  
КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ: МЕТОДИКА ОЦЕНКИ  
И РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ

Н.В. ЗЕЛЕНКОВСКАЯ, Е.С. АЛЕКСЕЕВА  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Развитие конкуренции требует от отечественных предприятий современных научных подходов к оценке конкурентоспособности и формированию конкурентных стратегий развития предприятия. Оценка конкурентоспособности усложняется отсутствием общепринятой и закреплённой законодательными документами методики оценки конкурентоспособности предприятия

Оценка конкурентоспособности, как правило, осуществляется по отдельным направлениям деятельности предприятия (либо маркетинг, либо производство, либо финансовая деятельность). Иногда конкурентоспособность предприятия приравнивают с конкурентоспособностью продукции.

Комплексная методика оценки конкурентоспособности, основанная на показателях эффективности всех областей деятельности предприятия, позволяет охватить наиболее важные аспекты его финансово-хозяйственной деятельности, выявить направления в формировании конкурентных преимуществ.

Расчет комплексного показателя конкурентоспособности предприятия включает в себя следующие этапы:

- выбор показателей, характеризующих эффективность производства, маркетинга, финансов, персонала, инноваций предприятия и конкурентоспособности продукции;
- определение весовых коэффициентов характеризующих степень влияния тех или иных показателей деятельности предприятия;
- расчет групповых показателей конкурентоспособности, характеризующих производство, маркетинг, финансы, трудовые ресурсы, инновации предприятия, продукцию;
- построение на основании полученных данных профиля конкурентоспособности, который позволит определить направления в формировании конкурентных преимуществ;
- оценка комплексного показателя конкурентоспособности предприятия. Данный показатель определяется как сумма групповых показателей конкурентоспособности с весовыми коэффициентами, отражающими значимость показателей. Полученный расчетным путем конкурентный статус предприятия может служить базой для принятия решений относительно конкурентных стратегий.

УДК 621. 723  
МАГНИТНОЕ УПРОЧНЕНИЕ С НАЛОЖЕНИЕМ  
УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ

А.М. ЕФИМОВ  
Научный руководитель Л.М. АКУЛОВИЧ, д-р техн. наук, проф.  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

Одним из перспективных способов магнитной обработки является сочетание магнитно-абразивной обработки (МАО) с наложением ультразвуковых колебаний (УЗК). На рис. 1 показана схема МАО с наложением УЗК.

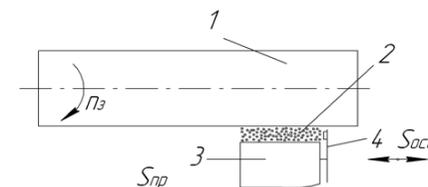


Рис. 1. Схема магнитно-абразивной обработки с наложением ультразвуковых колебаний: 1 – обрабатываемая деталь; 2 – ферромагнитный порошок; 3 – полюсный наконечник; 4 – пружинная пластина

Схема отличается тем, что осциллирующее движение вдоль горизонтальной оси сообщается не заготовке, а абразивному порошку посредством введения в рабочий зазор ультразвуковых колебаний, передаваемых магнитострикционным преобразователем через пружинную пластину 4.

Микрорезание с ультразвуком позволяет за счёт изменения направления, амплитуды и частоты колебаний целенаправленно влиять на формирование царапины, в первую очередь на форму царапины в поперечном сечении [1]. При подаче СОЖ действия кавитации расклинивающего и ультразвукового капиллярных эффектов приводит не только к заполнению щелевой микрокапиллярной пористой системы обрабатываемого слоя поверхностно-активными веществами СОЖ, но и к его разрушению.

Введение УЗК в рабочий зазор при МАО позволяет избавиться от механического привода для осциллирующего движения детали, упростить конструкцию установки и расширить область применения метода МАО.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киселев, М. Г. Ультразвук в поверхностной обработке материалов / М. Г. Киселев, В. Т. Минченя, В. А. Ибрагимов. – Минск: Тесей, 2001. – 344 с.

В.И. ЖУКАЛОВ

Научный руководитель И.М. ВЕРТЯЧИХ, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«ГОМЕЛЬСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ»

Гомель, Беларусь

Назначение лейнера – герметизация сжатого воздуха, закачиваемого в баллон и восприятие части нагрузки от давления сжатого воздуха. К воздуху, предъявляя очень жесткие требования относительно к содержанию в нем влаги. Повышенное содержание влаги приводит к коррозионному поражению лейнера вплоть до потери им герметичности.

Решение данной проблемы у металлокомпозитных баллонов пытаются устранить путем нанесения на внутреннюю поверхность металлического лейнера противокоррозионного покрытия. Однако такое решение сопряжено с серьезными проблемами:

- выделение из материала покрытия продуктов деструкции;
- ненадежность самого покрытия, приводящая к проникновению влаги на поверхность лейнера и возникновению щелевой коррозии.

Применение в полнокомпозитных баллонах полимерных лейнеров позволяет исключить названные проблемы. В качестве полимерного материала для лейнера используют полиэтилен высокого давления или полиэтилентерефталат, полипропилен, луполен 4261, луполен 5261.

Разработчикам новых конструктивных материалов с целью использования их в полнокомпозитных баллонах необходимо тщательно анализировать материалы по определенным характеристикам. Для полимерного лейнера важными характеристиками являются:

- проницаемость воздуха через его стенку;
- исследование выделения органических соединений из материала лейнера в процессе хранения баллона, заправленного воздухом;
- исследование работоспособности полимерного материала после циклического нагружения рабочим давлением.

Проведенный обзор литературы показывает высокие изолирующие, гигиенические свойства полиэтилена после нескольких этапов циклического нагружения рабочим давлением.

С целью повышения прочностных и эксплуатационных характеристик материал лейнера подвергают модифицированию. Например, введение функционализирующих добавок или армирование волокнами позволит повысить данные характеристики лейнера и прочность полнокомпозитного баллона в целом.

Н.В. ЗЕЛЕНКОВСКАЯ

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

В новых условиях предприятие должно быть не только экономически состоятельным, но и иметь ряд конкурентных преимуществ. Создать предпосылки устойчивого развития, можно только на основе глубокого изучения финансово-хозяйственной деятельности предприятия за предыдущие периоды и его внешнего окружения с помощью приемов и методов анализа и математического аппарата. С точки зрения теории и практики управления предприятиями – это задача, требующая постоянного решения в условиях быстроменяющейся внутренней и внешней среды и учета в разработке стратегии и тактики развития предприятия.

По этим причинам возникает вопрос о выборе технологий и инструментария оценки потенциала предприятия, которые позволят оперативно определять внутренние возможности и слабости подчиненной хозяйственной единицы, обнаруживать скрытые резервы в целях повышения эффективности ее деятельности.

Моделирование финансово-хозяйственной деятельности организации позволит создать цифровую математическую модель для выделения наиболее значимых факторов, влияющих на результаты деятельности организации, агрегировать их в математическую модель, оценить организации и выделить закономерности изменения отдельных параметров субъектов хозяйствования и его экономической состоятельности.

Выявление наиболее значимых показателей, оказывающих влияние на экономическую состоятельность организации, является первоочередной задачей. Важную роль играет получение промежуточных значений показателей в процессе функционирования предприятия, а также их экономическая оценка для своевременной корректировки его деятельности.

Данный подход позволяет прослеживать начальные условия функционирования предприятия при каждом новом этапе его жизненного цикла. Информационные потоки моделируются от текущего уровня экономической состоятельности последовательно к исходным данным (движение от конечных результатов).

Данный метод показывает влияние отдельных исходных факторов на конечный результат проекта, динамику изменения уровня результатов финансово-хозяйственной деятельности предприятия в зависимости от влияния отдельного показателя.

УДК 658+664.01

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ  
ПРЕДПРИЯТИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА  
В ИННОВАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ

Я.М. ГУНЦОВА, Ю.А. АЛЕЙНИКОВА

Научный руководитель А.И. КАНАШЕВИЧ, канд. экон. наук, доц.  
Учреждение образования  
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»  
Могилев, Беларусь

О проблемах перерабатывающих предприятий АПК Беларуси, многие из которых испытали последствия экономического кризиса, можно говорить достаточно долго. Практически все они работают сегодня с убытком и датируются из бюджета. Министерство сельского хозяйства и продовольствия вводило различные комплексные меры по оздоровлению перерабатывающих предприятий АПК, но все попытки оказались тщетны. После того, как некоторым организациям удалось стать рентабельными, последовала заслуженная критика производителей сельскохозяйственной продукции по поводу задержек платежей за поставленную продукцию со стороны перерабатывающих предприятий, неравномерности распределения доходов между предприятиями АПК.

В 2009 году 111 предприятий пищевой промышленности (28,7 % от общего количества) были убыточными. На данный момент наблюдаются негативные изменения большинства показателей их финансово-хозяйственной деятельности.

Основные причины нестабильного функционирования агропромышленных предприятий, а зачастую и их убыточности, связаны с неэффективностью управления затратами и контроля над ними.

Для решения данной проблемы разработаны следующие предложения:

– внедрение системы бюджетирования. По своей сути, бюджетирование – это создание технологии планирования, учета и контроля денежных потоков и финансовых результатов;

– организация управленческого учета, представляющего собой совокупность мер, действий и финансовой отчетности, нефинансовой информации, которые помогают управляющим организациями принимать решения, направленные на достижение поставленных целей;

– в рамках системы управленческого учета на предприятии необходимо создание финансовой структуры, представляющей собой совокупность центров финансовой ответственности, их иерархических взаимоотношений и связей, способной привести к ликвидации существующей практики содержания убыточных подразделений за счет прибыльных, к адресной и персональной ответственности каждого из них.

УДК 629.24.242:6

СОРБЕНТЫ НЕФТИ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ  
MELT-BLOWN МАТЕРИАЛОВ

В.И. ЖУКАЛОВ

Научный руководитель И.М. ВЕРТЯЧИХ, канд. техн. наук, доц.  
Учреждение образования  
«ГОМЕЛЬСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ»  
Гомель, Беларусь

Анализ научно-технических литературных источников показывает, что в настоящее время в качестве адсорбентов нефти все более широкое применение находят синтетические волокнистые материалы.

Из зарубежных материалов этого класса известны сорбент «Powersorb», «Oil-Eater», «Uni-Safe», «Black Green», «POROIL». Данные адсорбенты обладают высокой грязеёмкостью от 16 до 60 кг нефти на килограмм адсорбента, но их стоимость высока – 15–20 долларов за килограмм.

В Республике Беларусь разработан синтетический адсорбент «Пенопурм». Его сорбционная емкость по нефти составляет около 35 кг нефти на килограмм. Однако стоимость (до 30 долларов за 1 кг) и получение на основе импортного сырья делает этот адсорбент мало применимым. Более перспективным материалом в качестве адсорбента выглядят полимерные волокнистые материалы (ПВМ), полученные методом распыления газовым потоком (melt-blown) расплава термопластичного полимера. ПВМ представляют собой совокупность полимерных волокон, когезионно скрепленных в местах контакта и образующих волокнистую массу. Основными параметрами ПВМ, определяющими их сорбционные характеристики, являются плотность (0,05–0,5 г/см<sup>3</sup>) и диаметр волокон (5–500 мкм). Их характерными свойствами являются высокая адсорбционная способность, регулируемое распределение волокон по диаметру и по плотности укладки, большой объем пустот между волокнами, проницаемость для жидкостей и газов. Нефтеудерживающая способность сорбентов из ПВМ в статических условиях достигает более 20 кг нефти на килограмм адсорбента при стоимости не более 5–10 долларов. Отличительными факторами сорбента являются увеличение избирательности, сродство сорбента к нефти, нефтепродуктам. При получении ПВМ с хаотически расположенными волокнами (жгуты и клубочки), сорбент способен впитывать нефть в 40–50 раз больше собственного веса. Количество циклов регенерации у адсорбентов из ПВМ может достигать 15–20 при снижении сорбционной емкости образцов до 30–50 % от первоначальной.

Оптимизация сорбционной емкости ПВМ может заключаться в осаждении на волокна сорбирующих компонентов, в активации материала путем обработки его в физических полях (электрическом, магнитном), в придании волокнам и материалу в целом определенных форм.

М.М. ЖУРОВ, Е. М. ДЕМЬЯНЧИК  
Научный руководитель С.Н. БОБРЫШЕВА, канд. техн. наук, доц.  
Учреждение образования  
«ГОМЕЛЬСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ»  
Гомель, Беларусь

Широкое применение природных минералов обусловлено комплексом их уникальных свойств, зачастую не свойственных синтетическим адсорбентам.

Применение в этой области именно природных минералов – адсорбентов оправдывается экономической выгодой ввиду относительной дешевизны, доступности и меньшего загрязнения окружающей среды. В настоящее время при использовании таких минералов развивается новое направление, обусловленное достижениями нанотехнологий, которые закономерно востребованы и в технологиях ликвидации ЧС в составе огнетушащих порошков и адсорбентов жидких горючих продуктов.

Важная особенность природных адсорбентов - возможность их модификации и активации с помощью различных методов обработки, в частности диспергирования и химической модификации

В работе для диспергирования и модифицирования глин отечественных разработок использовалось современное измельчительное оборудование (планетарная мельница и классификатор). Дисперсность частиц исследовались с использованием экспериментально-вычислительного комплекса «НАНОТОП-203». Для модифицирования использовались карбонаты щелочных металлов и соединения класса липидов, кроме того, последние и в качестве ПАВ. Результаты модифицирования исследовались с привлечением методов ИК-спектроскопии.

Для определения адсорбционных характеристик полученного материала проводился эксперимент по поглощению слоя бензина налитого на слой воды, помещенной в специальный сосуд. Результаты показали, что пылевая пленка необработанной глины не участвует в адсорбции и быстро тонет в бензине и воде. При использовании наноразмерных порошков модифицированной глины на поверхности бензина образуется относительно устойчивая пленка, при этом адсорбент в течении 30 мин впитывает бензин, агломерирует и может быть легко удален с поверхности воды. Таким образом, проведенные исследования показали возможность разработки и получения на основе глин адсорбентов для нефти и нефтепродуктов.

В.И. ВОРОБЬЕВА, О.С. ФЕДАРЦОВА  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Мелкие и средние фирмы нуждаются в маркетинге, поскольку перед ними стоит проблема выживания на постоянно сужающемся, а потому все более «тесном» рынке. Поэтому в концепции и практике маркетинга нашли свое отражение теоретические, методологические и практические представления об экономической стратегии предприятия в борьбе за повышение своей конкурентоспособности.

Маркетинговые исследования показали, что по многим группам товаров потребитель не видит заметной разницы между конкурирующими марками. Только на 20 % выбор потребителя определяется свойствами товара, и на 80 % - его окружением (дизайн, цена, марка, удобство приобретения, атмосфера магазина). Более того, более 2/3 всех покупок приобретаются спонтанно, т.е. решение о том, что их нужно купить, принимается непосредственно в магазине. Магазин может значительно увеличить свой объем продаж путем особой выкладки, грамотного размещения рекламных материалов и проведения специальных акций по продвижению товаров. Таким образом, если покупатель сомневается: купить или не купить – необходимо сильнее стимулировать его в сторону положительного решения. А если поиск и выбор товара превратить в увлекательное занятие – это увеличит время пребывания покупателя в торговом зале и «заставит» его потратить на покупки на 15 % больше денег. Мерчендайзинг – это маркетинг в розничной торговой точке.

Для белорусской практики понятие мерчендайзинга является сравнительно новым. Опыт применения белорусскими торговыми организациями приемов мерчендайзинга невелик, так как ему не уделяют должного внимания, а порой даже забывают о самых основных правилах мерчендайзинга. А ведь мерчендайзинг следует рассматривать как самостоятельный компонент маркетинговой системы, который:

- опирается на собственные принципы, специфические методы и т. п.;
- активно взаимодействует с другими компонентами системы маркетинга и другими системами;
- опирается на поведение потребителя, которое формируется под воздействием непосредственного контакта с марками товаров, в зависимости от характеристик магазина и других факторов среды торговой точки и функционирования торгового предприятия в целом.

В.И. ВОРОБЬЕВА

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

Мир государственного регулирования и всеобщего государственного монополизма уходит в прошлое, несмотря на сопротивление определенных политических и деловых кругов. Ему на смену, пусть и болезненно, приходит конкуренция и борьба за клиента.

Система тотального управления качеством обслуживания в торговой организации предполагает серьезные изменения в самой организации, которые заключаются в фактическом изменении системы мышления работников и внедрении комплекса управленческих процедур ведущих к настоящему «промыванию мозгов» персонала. Это довольно трудоемкий процесс.

Существует довольно много причин, по которым организация может взяться во внедрение системы тотального управления качеством обслуживания. Вот несколько из них:

- улучшение качества обслуживания позволяет легче продавать продукты и услуги и увеличивать время присутствия их на рынке;
- улучшение морали работников, создание атмосферы удовлетворенности своим трудом;
- вопрос выживания, когда конкуренты проявляют агрессию на рынке и необходима ответная реакция.

Что дает внедрение системы тотального управления качеством обслуживания. На этот вопрос можно дать по меньшей мере шесть ответов:

- увеличение степени удовлетворенности клиентов продуктами и услугами;
- усиление имиджа и репутации торговой организации;
- увеличение лояльности клиента. Любой клиент, ставя ногу на порог магазина, посылает ему немую записку: я доверяю Вам в том, что Ваша торговая организация может предоставлять продукты и услуги, качество которых меня удовлетворит и где обслуживание клиентов происходит на высшем уровне;
- повышение производительности труда;
- рост морали работников;
- увеличение прибыли.

Существует несколько подходов к внедрению системы тотального управления качеством обслуживания, их различие состоит в основном в финансовых возможностях внедряющих торговых организаций.

А.Ю. ЛЕПИХОВ, У.С. ХОМЕЦ

Научный руководитель В.М. КАРПЕНКО, канд. техн. наук, доц.  
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. П.О.Сухого»  
Гомель, Беларусь

В чугунолитейных цехах предприятий г. Гомеля в последние годы осуществляется переход от ваграночной плавки чугуна на индукционную, что позволило повысить до 1450–1500 °С температуру расплавленного металла и более эффективно использовать для легирования карбидо- и нитридообразующие компоненты (Mn, Cr, V, Ni, B, Mo и др.). Однако это привело к увеличению угара, безвозвратных потерь и расхода графитизирующих компонентов (Si, Al, Ca, Ba, и др.).

С целью снижения угара и потерь легирующих компонентов проведены исследования и производственные испытания новых комплексных лигатур и модификаторов при внепечной обработке износостойких чугунов, для литых деталей, работающих в условиях трения. Отливки получали в кокиль и в оболочковые формы. В исследовании определили твердость, прочность, ударную вязкость, износостойкость и дисперсность структуры.

Плавки износостойких чугунов проводили в открытых индукционных печах, а микролегирование и модифицирование расплавов в раздаточных ковшах при температуре 1430–1450 °С.

В исследовании установлено, что повышение качества износостойкого чугуна в отливках может быть достигнуто за счёт рационального использования современных методов плавки и литья, внедрения прогрессивных технологических процессов внепечной обработки жидкого металла комплексными добавками.

Оптимизация составов и результатов исследований позволили разработать новые составы чугунов, обладающий повышенной стабильностью пластичности, износостойкости и других механических свойств.

А.В. ЛИННИК

Научный руководитель Л.М. АКУЛОВИЧ, д-р техн. наук, проф.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

В процессе магнитно-электрического упрочнения (МЭУ) на поверхности детали создаётся тонкое металлическое покрытие. Однако, дискретный характер образования токопроводящих мостиков и происходящих электрических разрядов – приводит к нестабильности физико-механических свойств наплавляемого слоя и недостаточной адгезии наплавленного покрытия с основой [1].

При восстановлении и упрочнении деталей целесообразно использовать МЭУ с ультразвуком (рис.1).

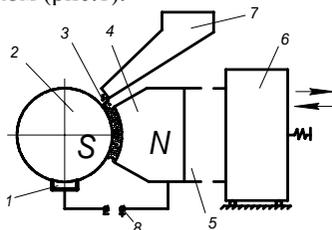


Рис. 1. Схема МЭУ с использованием ультразвука: 1 – скользящий контакт; 2 – заготовка; 3 – ферромагнитный порошок; 4 – полюсный наконечник постоянного магнита или электромагнита; 5 – магнитострикционный или пьезоэлектрический преобразователь; 6 – ультразвуковой генератор; 7 – бункер-дозатор; 8 – источник тока

Наложение ультразвука, в силу эффектов второго порядка, имеющих место в мощном ультразвуковом поле, обеспечивает монокристаллическое соединение расплавленных частиц ферромагнитного порошка с поверхностью наплавляемой детали, металлизацию неметаллических частиц, их соединение между собой и с поверхностью детали [1].

Предлагаемый способ МЭУ с использованием ультразвука позволяет улучшить физико-механические свойства покрытия за счёт создания ультразвукового и магнитного полей в рабочей зоне, улучшающих массоперенос, диффузию переносимого металла.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шиляев, А. С. Ультразвук в науке, технике и технологии / А. С. Шиляев. – Гомель: РНИУП «Институт радиологии», 2007. – 412с.

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

Одной из основных элементов занятости, формирующих спрос на труд, является структура и динамика рабочих мест. Все множество факторов, от которых зависит перемещение работников между рабочими местами, можно подразделить на две категории. В первом случае речь идет о таких факторах как появление новых рынков или сжатие старых, техническое перевооружение предприятий или целых отраслей, изменение условий конкуренции, различия в локальных условиях ведения бизнеса. Данные факторы ведут к изменению общего количества рабочих мест и их перераспределению между организациями. Ко второй категории относятся «личностные» факторы трудовой мобильности, которые включают профессиональный рост, определенный уровень квалификации, перемена места жительства, завершение учебы, достижение пенсионного возраста. Перемещение, происходящее под воздействием факторов второй категории, не предполагает изменение численности работников предприятий.

Формирование территориальной, отраслевой, профессиональной, квалификационной, образовательной и других структур рабочей силы осуществляется под воздействием движения, как трудовых ресурсов, так и рабочих мест. Влияние динамики вакантных рабочих мест в отраслях на формирование отраслевой структуры занятости населения в целом и численности занятых в отдельных отраслях определяется процессами образования и ликвидации вакантных рабочих мест.

При этом образование вакантных рабочих мест происходит в результате смены рабочего места в пределах одной или нескольких отраслей, создания новых вакансий, а также выбытия людей за пределы рассматриваемой системы занятости. В свою очередь, закрытие данных рабочих мест в каждой отрасли происходит посредством приема работников из этой же или другой отрасли, приема работников извне рассматриваемой системы занятости или ликвидации невостребованных рабочих мест. Согласование общей динамики рабочих мест и рабочей силы реализуется в моделировании изменений в отраслевой или территориальной системе рабочих мест, происходящих в результате движения рабочей силы.

УДК 614.876

ПРОБЛЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ  
ЛОКАЛЬНЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

А. А. ВАТЧЕНКО

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

Учреждения

«МОГИЛЕВСКОЕ ОБЛАСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МЧС РБ» НПЦ

Могилев, Беларусь

В последнее время становится видно, что нефть пора экономить для производства пластмасс, лекарств и других продуктов, а уголь опасен из-за потепления климата на Земле. Ядерная энергетика – единственная приемлемая альтернатива углю и нефти. В связи с этим на территории Республики Беларусь планируется строительство атомной электростанции, в процессе эксплуатации которой возможно возникновение различных инцидентов. Вследствие всего этого могут возникать локальные радиоактивные загрязнения в процессе транспортировки топлива для АЭС и радиоактивных отходов, радиационного терроризма. Практика показывает, что грамотное, профессиональное обращение с источниками ионизирующего излучения позволяет свести риск облучения и экологических последствий к минимуму.

В системе радиационной безопасности обозначались новые тенденции, которые потребовали изменить некоторые оценки и характеристики, связанные с радиоактивными загрязнениями.

Локальные радиоактивные загрязнения обычно возникают в местах проживания или производственной деятельности и представляют повышенную опасность для населения. В связи с этим они должны быть полностью ликвидированы, что вполне возможно осуществить практически.

Обнаружение источников локального радиоактивного загрязнения может быть осуществлено в результате контроля за уровнем радиационного фона, в процессе строительства, при сертификации строительных материалов и изделий, а также после обнаружения последствий пагубного воздействия радиации.

Таким образом, своевременное обнаружение и обеззараживание локальнозагрязненных объектов является задачей крайне необходимой и актуальной. Для подразделений МЧС, наименее разработанной является первая часть данной задачи – своевременное обнаружение источников ионизирующего излучения. Методике поиска и своевременного реагирования подразделений МЧС на неучтенные источники ионизирующего излучения и должно уделяться как можно большее внимание.

УДК 621.762

ЛИТЫЕ СПЛАВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ,  
ПОЛУЧЕННЫЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕХАНИЧЕСКИ  
ЛЕГИРОВАННОЙ ЛИГАТУРЫ

И. А. ЛОЗИКОВ

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

Могилев, Беларусь

Теоретически, плавку низколегированных медных сплавов можно проводить в любых плавильных агрегатах. Однако, присутствие в составе этих сплавов легирующих элементов с большим сродством к кислороду (Cr, Ti, Zr, Be, V, Si), что приводит к их потерям при плавке вследствие окисления до 50 %. Весьма малые допуски на легирование и высокие требования к чистоте сплавов по примесям определяют особенности технологии производства и требуют применения в качестве шихты специальных двойных и более сложных (комплексных) лигатур. Целью работы являлось получение наиболее широко применяемых электродных сплавов БрХ и БрХЦр с использованием лигатур, произведенных с применением метода механического легирования. Образцы материалов выплавлялись в лабораторной печи индукционного типа с защитной атмосферой. В процессе плавки варьировались: температура расплава; время выдержки лигатуры в жидкой ванне; объемное соотношение медной основы и лигатуры; влияние раскислителя на состояние зеркала ванны и структуру слитка. Отливки подвергали термомеханической обработке по стандартной методике. Образцы плавок показали следующие физико-механические свойства: твердость 140–190 НВ; предел прочности 490–600 МПа; относительное удлинение 14–17 %; электропроводность составила 83–85 % от электропроводности чистой меди. Температура начала рекристаллизации для большинства сплавов находилась в пределах 500–550 °С. Эти показатели на 5–10 % превосходят аналогичных значений свойств бронз, производимых на специализированных предприятиях.

УДК 621.92  
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЛЕГКОПЛАВКОЙ КЕРАМИЧЕСКОЙ  
СВЯЗКИ ДЛЯ АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА

А.В. ЛЫСЕНКОВА, В.П. ТИТЕНКОВ

Научный руководитель М.П. КУПРЕЕВ, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

им. Ф.Скорины»

Гомель, Беларусь

Известно, что присутствие  $B_2O_3$  в составе керамических связок весьма благоприятно влияет на повышение механической прочности изделий. В связи с широкими пределами варьирования входящего в связки оксида бора актуальным является исследование его влияния на физико-механические свойства связки с целью оптимизации ее состава.

Изучено влияние содержания оксида бора в шихте легкоплавкой керамической связки на ее текучесть, а также на твердость и прочность при изгибе абразивной композиции, изготовленной на ее основе.

Для определения текучести связки воспользовались методом растекания расплава по горизонтальной поверхности. За растекаемость (текучесть) связки принимается величина  $\mu = D/D_0 \times 100 \%$ , где  $D$  и  $D_0$  – диаметры основания образца таблетки при заданной и комнатной температуре соответственно. Эксперименты проводились на цилиндрических образцах (таблетках) диаметром 16 мм и высотой 16 мм.

Установлено, что повышение содержания в связке  $SiO_2$  оксида бора с 7 до 14 масс. % увеличивает ее растекаемость не менее чем на 55 % при различных температурах обжига. Это способствует снижению температуры обжига абразивной композиции на 50–100 °С. Так, прочность на изгиб абразивной композиции, изготовленной на связке, содержащей 10,5 % (по массе) оксида бора и обожженной при 950, равна прочности на изгиб абразивной композиции, изготовленной на связке, содержащей 7 % (по массе) оксида бора и обожженной при 1050 °С. Повышение содержания в связке оксида бора более 10 масс. % незначительно сказывается на прочности абразивной композиции.

Из порошка кубического нитрида бора марки ЛКВ40 зернистостью 100/80 на легкоплавкой керамической связке изготовлены экспериментальные образцы шлифовальных кругов прямого профиля в количестве 52 шт. Они поставлены для испытаний на Производственное республиканское унитарное предприятие «Минский завод специального инструмента и технологической оснастки». В процессе проводимых этим инструментом работ установлена высокая стойкость экспериментальных кругов.

ских актов и т.п. В каждом случае вектор угрозы приобретает свое направление: либо от объекта, т.е. на окружение, либо на объект. Сам опасный производственный объект в этих случаях может выступать как источник опасности (угрозы), т.е. субъект угрозы, так и объект посягательства, т.е. объект угрозы. Тем не менее, в любом случае последствия реализованной угрозы будут носить социальный характер.[3]

Таким образом, безопасность опасного производственного объекта необходимо рассматривать по двум направлениям: как объект угрозы и субъект угрозы. Подобное рассмотрение опасного производственного объекта и процесса управления его безопасностью позволит создать адаптивную модель системы обеспечения безопасности опасного производственного объекта, как одной из подсистем обеспечения национальной безопасности, интегрирующей специализированные виды безопасности на основе комплексного подхода с возможностями выполнять функциональные задачи по своевременному выявлению и пресечению угроз и, самое главное, способной минимизировать негативное влияние человеческого фактора на безопасность опасного производственного объекта.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Украинец, А. А.** Социальный аспект обеспечения безопасности на опасном производственном объекте / А. А. Украинец, Д. А. Бурминский // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: сб. тезисов докл. IV Международ. науч.-практ. конф: в 3 т. Т. 3 / редкол.: Э.Р. Бариев (научн. ред.) [и др.]. – 2-е изд., доп. – Минск: НИИ ПБиЧС МЧС Беларуси, 2007. – 387 с.
2. **Кондраатьев, С. Ю.** Социологический аспект вопросов обеспечения безопасности на опасном производственном объекте / С. Ю. Кондраатьев // Безопасность труда в промышленности. – 2005. – № 7. – С. 60–63.
3. Основы безопасности промышленных объектов: учеб. пособие / Э. Р. Бариев [и др.]; под. ред. Э.Р. Бариева. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 208 с.

УДК 614.8: 658.345.8(075.9)  
СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ  
БЕЗОПАСНОСТИ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Д.А. БУРМИНСКИЙ  
Научный руководитель Н.К. МОДИН, канд. техн. наук, проф.  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТРАНСПОРТА»  
Гомель, Беларусь

Анализ статистики чрезвычайных ситуаций как в Республике Беларусь, так и в Российской Федерации и других странах, однозначно свидетельствует, что при всем разнообразии ЧС по происхождению и другим классификационным признакам практически в каждой из них ту или иную роль играет человек. Общеизвестно, что во многих разновидностях чрезвычайных ситуаций человеческий фактор в 80 случаях из 100 (т.е. 80 %) непосредственно выступает как их основной источник и главная причина.[1]

В целях более ясного понимания проблемы обеспечения безопасности опасного производственного объекта, с точки зрения ее социального аспекта опасный производственный объект целесообразно представить в качестве системы, состоящей из двух элементов: рабочего персонала как социальной составляющей и технической составляющей – которые в совокупности взаимодействуют с внешней средой. Таким образом, опасный производственный объект – специфическая социальная система, особенность которой проявляется в ее детерминированном поведении и императивной (нормативно-правовой) взаимосвязи с динамикой состояния как технической составляющей, так и окружения объекта – социальной среды.

Опасный производственный объект – субъект социального действия, и его деятельность определена рядом нормативно-правовых актов, в частности в вопросах обеспечения безопасности. В основном это относится к специализированным видам безопасности, например промышленной, экологической, пожарной.[2]

Отметим, что на опасном производственном объекте, который сам по себе, в силу своей специфики, представляет источник угрозы, оказывают влияние внутренние и внешние факторы, способствующие формированию угроз его безопасности. Это касается не только воздействий на опасный производственный объект природных явлений (наводнения, землетрясения, ураганы и т.п.), но и генерируемых изменениями структуры рыночных отношений, конкурентной борьбой, политическими событиями, а также получаемых в результате деяний криминального характера, террористиче-

УДК 628.16:620.17.3  
РАЗРАБОТКА СПОСОБА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД  
ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Ю.Н. МАЛАХАТКА  
Научный руководитель С.В. СВЕРГУЗОВА, д-р техн. наук, проф.  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.Шухова»  
Белгород, Россия

Важнейшим показателем качества среды обитания является степень чистоты поверхностных вод. Состояние водных объектов в Белгородской области нельзя считать удовлетворительным. Вследствие интенсивной антропогенной деятельности поверхностные воды загрязняются твердыми, жидкими и газообразными отходами.

При контакте отходов с биологически активной средой в нее мигрируют вещества различной химической природы, создающие реальную угрозу здоровью человека. Большую опасность представляют соединения тяжелых металлов (ТМ). Включаясь в клеточные ферментативные системы, тяжелые металлы нарушают их функции. ТМ являются опаснейшими загрязнителями поверхностных и грунтовых вод.

Важно уменьшить количество металлов в водных объектах. Решение проблемы очистки стоков, содержащих ТМ, в значительной мере связано как с совершенствованием существующей технологии, так и с эффективностью применяемых способов очистки сточных вод промышленных предприятий.

Существует много способов очистки сточных вод от ТМ. В частности эффективными являются реагентные и сорбционные методы, однако они являются дорогостоящими. Поэтому подбор новых более дешевых сорбентов является актуальным.

В качестве сырья для реагентной очистки и нового сорбента предлагаем пыль цеха по производству гипсового вяжущего вещества Белгородско-го комбината строительных материалов. Известно, что ионы тяжелых металлов способны образовывать малорастворимые гидроксиды в нейтральных или щелочных средах. Пыль, в состав которой входит СаО, при растворении значительно повышает рН среды. Это послужило основой для использования пыли при очистке сточных вод от ионов железа и цинка. Кроме того пыль представляет собой тонкодисперсную структуру с высококоразвитой поверхностью, что делает возможным протекание процессов адсорбции. Эффективность очистки сточных вод по экспериментальным данным составляет 97–99 %.

А.В. МАРТЫНОВ, В.А. МАКАРЕВИЧ, С.К. КРИПИНЕВИЧ

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

Учреждение образования

«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ»

Брест, Беларусь

В машиностроении в борьбе с изнашиванием деталей узлов трения машин разработано большое число методов повышения обработки рабочих поверхностей, которые, в основном, сводятся к термическому или химико-термическому упрочнению, (закалка), газопламенному и газоплазменному нанесению износостойких покрытий, металлизации, лазерному и электроискровому легированию. Многолетний опыт свидетельствует, что это направление позволило в большей степени повысить твёрдость контактирующих поверхностей, надёжность и долговечность машин.

Однако увеличение массы современных машин, механизмов и деталей и интенсификация рабочих процессов привели к увеличению нормальных нагрузок и сил трения, повышению скоростей скольжения, ухудшению условий смазки, а традиционные методы упрочнения повышением их твёрдости во многих случаях перестали себя оправдывать, поскольку на участках фактического контакта поверхностей тяжёлонагруженных узлов трения происходит интенсивное изнашивание.

В процессе поиска технологий увеличения износостойкости трущихся деталей машин открыто [1] явление, названное “эффектом безызносности” или “избирательный перенос при трении”.

Избирательный перенос при трении (эффект безызносности) – явление противоположное изнашиванию. Если при изнашивании все процессы сводятся к разрушению поверхностей трения, то при избирательном переносе они носят созидательный характер. Так пары трения, одно из трущихся колец которых содержит медьсодержащую основу в ряде смазок, нефтях, минерализованных водах и различных растворах работают в режиме безызносного трения.

Разработаны металлокерамические композиционные материалы [2] на основе порошков карбида вольфрама и медьсодержащей связки, которые нашли широкое применение в узлах трения торцовых уплотнений, осевых и радиальных опор скольжения технологического оборудования.

Исследования в этом направлении продолжаются.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаркунов, Д. Н. Триботехника / Д. В. Гаркунов. – М. Машиностроение, 1985. – С. 327.

2. Голуб, М. В. Износостойкие композиционные материалы на основе карбида вольфрама, меди и никеля / М. В. Голуб // Эффект безызносности и триботехнологии. – 1994, № 1. – С. 24–39.

Т.А. БОРОДИЧ

Научный руководитель В.В. ТЕРЕШИНА, канд. экон. наук, доц.

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Минск, Беларусь

Тарифообразование в автотранспортных региональных объединениях характеризуется многофакторностью, принимает в расчёт тип рынка, конкурентное окружение, собственные затраты, государственные нормативные акты, состояние спроса и предложения, учитывает множество иных параметров, влияющих на тарифы в той либо иной степени. В практике тарифообразования на автотранспортных предприятиях часто обходят вниманием внешние факторы, считая их второстепенными. При анализе внешних факторов тарифообразования в первую очередь следует оценить состояние и развитие рынка автотранспортных услуг. Рынок влияет на тариф через емкость рынка, уровень конкуренции, соотношение спроса и предложения, которые обуславливают цены на услуги автотранспорта. На емкость рынка грузовых перевозок оказывает влияние уровень развития предприятий промышленности, торговли, строительства и сельского хозяйства, являющихся основными потребителями данного вида услуг. На рынке транспортных услуг существуют следующие виды конкуренции: между различными видами транспорта; между автотранспортными предприятиями различных форм собственности. Уровень конкурентной борьбы между различными видами транспорта можно оценить через динамику объемов оказанных услуг автотранспортом.

Таким образом, анализ рынка автотранспортных услуг Республики Беларусь свидетельствует об обострении за последние годы конкурентной борьбы как между автоперевозчиками различных форм собственности, так и со стороны других видов транспорта. Следует отметить, что на рассматриваемом рынке присутствует как ценовая, так и неценовая конкуренция, последняя из которых в настоящее время приобретает все большее значение, несмотря на преобладание ценового фактора при выборе потребителем производителя транспортной услуги. Вследствие чего проблема определения уровня тарифов на свои услуги автотранспортными предприятиями и учет в них качества оказываемых услуг приобретает большое значение в осуществлении успешной деятельности автоперевозчика на рынке.

С.А. АЛЕКСАНДРОВА, А.В. АЛЕКСАНДРОВ

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

Успешная разработка и реализация стратегии экономического развития предприятия невозможна без учета комплекса факторов, на него влияющих.

К факторам, определяющим экономическое развитие предприятия, можно отнести:

– технико-технологические – обуславливают наличие и состояние производственных мощностей предприятия, обеспечивающих выпуск качественной конкурентоспособной продукции в нужном объеме, в нужные сроки и с минимальными затратами;

– финансово-экономические – обеспечивают формирование и использование капитала, необходимого для финансирования, как текущей производственной деятельности, так и процессов изучения рынка и разработки новой конкурентоспособной продукции, требуемой рынку; разработку и внедрение современных экономических методов организации и управления производством;

– организационно-управленческие – характеризуют сложившуюся на предприятии систему управления, схему процесса принятия решений, систему взаимодействия различных служб и подразделений, стратегию Развития предприятия, систему формирования и развития кадров, систему мотивации, направленные на достижение конечных результатов производственно-хозяйственной деятельности и достижения желаемого уровня развития;

– рыночные – такие как состояние рынка, соотношение спроса и предложения, уровень конкуренции и т.п. находятся вне сферы влияния предприятия, характеризуются высокой изменчивостью и поэтому должны находиться под постоянным пристальным вниманием во избежание отрицательных последствий.

Основная задача управления развитием предприятия состоит в:

– наблюдении за состоянием и изменением факторов развития;

– учете при принятии управленческих решений состояния факторов развития;

– организации воздействия на эти факторы в интересах поддержания заданного состояния и (или) перевода в новое, более желательное состояние.

Е.В. МИХЕДОВА

Научный руководитель П.Б. КУБРАК

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

Электролитические осадки железа получили распространение на авторемонтных заводах для восстановления и одновременного упрочнения изношенных деталей машин. Представляет значительный интерес применение железнения с целью повышения износостойкости и долговечности деталей машин.

В начале 80-х годов XX столетия была обнаружена возможность соосаждения ультрадисперсных алмазов (УДА) с металлами при их химическом или электрохимическом восстановлении из водных растворов.

С целью увеличения микротвердости, коррозионной, износостойкости стальных изделий, получены и исследованы композиционные железные покрытия, содержащие УДА.

Микротвердость железных покрытий без добавки УДА составляла 124,4 кгс/мм<sup>2</sup>. При введении УДА концентрацией до 10 г/л, микротвердость покрытий возросла до 1208,9 кгс/мм<sup>2</sup>, что свидетельствует об увеличении количества дисперсной фазы в КЭП.

Установлено, что при введении в электролит железнения УДА, значительно увеличивается коррозионная стойкость покрытий. Ток коррозии, при проведении коррозионных испытаний над покрытием, полученным из электролита без добавки УДА, составил 0,79 мА/см<sup>2</sup>, при введении в электролит 1 г/л, ток коррозии уменьшился до 0,45 мА/см<sup>2</sup>, а при повышении концентрации УДА в электролите до 10 г/л составил 0,28 мА/см<sup>2</sup>.

Таким образом, при добавлении в электролит железнения ультрадисперсных алмазов существенно повышается микротвердость получаемого покрытия. При концентрации УДА в электролите равной 10 г/л микротвердость увеличилась практически в 10 раз в сравнении с покрытием, полученным из сульфатного электролита без добавки УДА. Также при введении в электролит УДА увеличиваются коррозионные свойства железных покрытий. Также введение в электролит добавки УДА до 10 г/л позволило уменьшить ток коррозии в 2,0–2,5 раза. Уменьшение тока коррозии связано с уменьшением пористости покрытия при внедрении в него частиц ультрадисперсных алмазов.

И.В. ПРИХОДЬКО

Учреждение образование

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТРАНСПОРТА»

Гомель, Беларусь

Вопрос о влиянии наполнителей на свойства пластичных смазок является актуальным и вызывает особый интерес. Большую роль при работе пластичных смазок играют их тиксотропные свойства (ТС). ТС пластичных смазок связаны с силами молекулярного, ионного или электростатического взаимодействия между структурными элементами системы. Для пластичных смазок тиксотропия выражается в уменьшении прочности структуры при механическом воздействии и увеличении ее до первоначального или иного уровня, после прекращения деформирования. За критерий структурных превращений принимают либо мощность, необходимую для разрушения структуры, либо изменение вязкости и прочности до и после механического разрушения смазок. Величина вязкостного сопротивления при вискозиметрических измерениях характеризует лишь равновесное тиксотропное состояние смазки, но не отражает кинетики тиксотропного структурообразования, а поэтому не может служить количественной характеристикой процесса. Следует заметить, что знание кинетики тиксотропного разрушения и восстановления структуры позволяет установить корреляцию между свойствами смазок и поведением их в работе.

Потеря ценных эксплуатационных свойств пластичных смазок в процессе работы может происходить за счет их термоупрочнения. Этому процессу способствуют высокие температуры и интенсивность деформирования. При термоупрочнении предел прочности некоторых типов смазок может в десятки, и даже сотни раз возрастать. В отдельных случаях наблюдается желатинирование и стеклование смазки, ее охрупчевание. Термоупрочнившиеся смазки перестают поступать к рабочим поверхностям, что приведет к быстрому выходу узла трения из строя.

Изучение теплофизических характеристик пластичных смазок имеет большое значение при прогнозировании процессов теплопереноса в узле трения. Как правило, пластичные смазки имеют невысокие по сравнению с металлами значения теплопроводности, что и является их значительным недостатком. Одним из возможных путей повышения теплофизических свойств смазок является введение в них порошковых наполнителей (к примеру, графита). Однако введение наполнителей в пластичные смазки должно сопровождаться комплексным изучением влияния их на реологические и теплофизические, антифрикционные, электрические свойства.

А.В. АЛЕКСАНДРОВ, А.Н. ДЕМЧУК

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

Логотип выражают индивидуальность предприятия, которое его использует. От успешной разработки логотипа, товарного знака во многом зависит эффективность товарной политики в целом.

Логотип – своеобразная «визитная карточка» предприятия. Он выполняет две важные функции: отличительную и гарантийную.

Логотип МОАО «Красный металлист» был разработан в 80-е годы XX века и с тех пор не претерпел никаких изменений. В то же время, логотип отвечает современным требованиям: простота, индивидуальность, привлекательный внешний вид.

Удачными решениями при разработке логотипа были:

- использование круга с лучами, который обозначает солнце;
- использование красного цвета.

Сравним логотип данного предприятия с логотипами конкурентов. Предприятие ОАО «Урал» использует изящный наклонный шрифт в сочетании с изображением ложки; логотип подчеркивает то, что продукция данного предприятия является изящной и современной. ОАО «Амет» использует в своем логотипе стиль шрифта, схожий с применяемым на исследуемом предприятии; логотип выполнен в двух вариантах – на английском и русском языках. ОАО «ПЗХМ» подчеркнул в своем логотипе традиции, указав дату образования.

Таким образом, для ведения успешной конкурентной борьбы на российском рынке логотип МОАО «Красный металлист» необходимо модернизировать:

- обеспечить логотип правовой защитой (зарегистрировать товарный знак);
- отразить на логотипе специфику деятельности предприятия (указание на производимую продукцию);
- изменить стиль шрифта, сделав его более легким, изящным; использовать контрастные оттенки.

Это сделает логотип более узнаваемым и легко запоминающимся, что будет способствовать успешному продвижению продукции МОАО «Красный металлист» на внешние рынки.

Ю.А. АЛЕЙНИКОВА, Я.М. ГУНЦОВА  
Научный руководитель А.Г. ЕФИМЕНКО, канд. экон. наук, доц.  
Учреждение образования  
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»  
Могилев, Беларусь

Особенности развития отечественной науки о риске, нестабильность современных экономических условий и недооценка рисков реального сектора экономики объясняют неоднозначность и неполноту трактовок основных понятий теории риска. Складывающиеся тенденции требуют усовершенствования существующего понятийного аппарата теории рисков.

Целью любого предприятия является из многообразия рисков, возникающих в процессе работы, выделить самые важные и усовершенствовать их классификацию.

Анализ существующих реальностей деятельности субъектов хозяйствования позволяет предложить следующую классификацию рисков:

– деловые риски: риски, связанные с возможностью ухудшения общего финансового состояния компании, снижением стоимости ее капитала (акций, облигаций);

– организационные риски, вызванные ошибками менеджмента компании, ее сотрудников; риски, связанные с внутренней организацией работы компании;

– рыночные риски – это риски, связанные с нестабильностью экономической конъюнктуры: риск финансовых потерь из-за изменения цены товара, риск потери ликвидности;

– кредитные риски – риск того, что контрагент не выполнит свои обязательства в срок;

– юридические риски – это риски потерь, связанных с тем, что законодательство или не было учтено вообще, или изменилось в период сделки; риск несоответствия законодательств разных стран;

– технико-производственные риски – риск нанесения ущерба окружающей среде; риск возникновения аварий, пожаров, поломок;

Данная классификация не только четко трактует принадлежность рисков к конкретной группе, позволяя унифицировать оценку риска, но и наиболее полно охватывает множество рисков, что позволяет грамотно подойти к проблеме выявления рискообразующих факторов (РОФ).

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

Благодаря ряду технологических преимуществ в настоящее время непрерывное и полунепрерывное литьё цветных металлов и сплавов нашло широкое применение в промышленности.

Институтом технологии металлов НАН Беларуси разработан и поставлен на предприятия Республики Беларусь и других стран ряд линий непрерывного горизонтального литья. В результате автоматизации для обслуживания оборудования и обеспечения технологического процесса, на производстве достаточно двух человек в смену.

Одним из основных автоматизированных функциональных узлов линии является механизм разделения непрерывнолитого слитка на мерные заготовки (резка). Было рассмотрено оборудование с различными способами разделки: абразивными кругами на бакелитовой связке, дисковыми и ленточными пилами. Последний вариант, по сравнению с остальными, обладает рядом существенных преимуществ, в связи с чем в качестве базового агрегата для резки выбран ленточнопильный станок. После значительных доработок в соответствии с условиями работы оборудования, он был интегрирован в состав автоматизированной линии непрерывного литья.

Для того, чтобы в процессе резки не препятствовать извлечению заготовки, станок установили на подвижное основание, оборудованное механизмом возврата. Штатные гидравлические тиски, фиксирующие заготовку в станке, заменили на два вертикальных прижима: один перед пильным узлом, второй после. За станком, на том же подвижном основании смонтировали приёмный рольганг, который оснастили механизмом опрокидывания отрезанной заготовки в накопитель. Для отслеживания каждого этапа разделения слитка и подачи сигналов на исполняющие органы резки на станке установлены различного типа датчики.

В результате получили недорогой, полностью автоматический модуль разделения слитка на мерные заготовки. В качестве режущего инструмента, у которого, применяется ленточная биметаллическая пила, что обеспечивает экономию электроэнергии, сокращение отходов металла в стружку, низкие затраты на инструмент, простоту в обслуживании и ремонте. Сохранение первоначальной автоматике ленточнопильного станка позволяет использовать его автономно в период простоя линии.

Таким образом, человек полностью исключается из процесса резания, что увеличивает культуру производства, уменьшает себестоимость продукции.

УДК 621.9  
НАПЫЛЕНИЕ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ПОРОШКОВЫХ  
МАТЕРИАЛОВ С ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИМ ЭФФЕКТОМ

А.С. ФЕДОСЕНКО

Научный руководитель Г.Ф. ЛОВШЕНКО, д-р техн. наук, доц.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Минск, Беларусь

Получение металлокерамических композиционных порошковых материалов для плазменного напыления покрытий путем обработки исходных компонентов в шаровых мельницах в течение нескольких часов позволяет получать новые композиционные порошковые материалы, частицы которого обладают уникальной структурой. Соответственно, плазменные покрытия из этих порошков так же обладают свойствами, значительно отличающимися от свойств покрытий полученных из стандартных порошковых материалов, использующихся для плазменного напыления.

Плазменные покрытия из наноструктурных материалов имеют более высокие показатели по твердости, износостойкости, прочности сцепления по сравнению с покрытиями, напыленными из обычных порошков аналогичного химического состава.

Современные условия работы деталей машин требуют применения покрытий, способных длительное время эксплуатироваться при высоких контактных нагрузках без значительного износа рабочих поверхностей.

С целью получения покрытий, отвечающих данным требованиям, в Белорусско-Российском университете проводятся работы по созданию порошковых материалов для плазменного напыления, особенностью которых является наличие химического взаимодействия между компонентами с экзотермическим эффектом.

Для проведения экспериментальных исследований использовались композиционные порошковые материалы, прошедшие механическую обработку в шаровой мельнице, исходными компонентами которых являлись металлы и оксиды металлов, подобранные таким образом, чтобы при их нагреве инициировались химические реакции с выделением тепла. В результате протекающих реакций образуются окислы металлов, металлы и интерметаллиды.

Была разработана технология плазменного напыления разработанных порошков и исследованы физико-механические свойства полученных покрытий. Исследования износостойкости, микротвердости и пористости, показали, что экзотермический эффект в напыляемых частицах значительно влияет на свойства покрытий.

УДК 368.036  
СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ  
СТРАХОВЩИКОВ «SOLVENCY II»

Н.С. АГАФОНОВ

Научный руководитель Т.А. ФЕДОРОВА, д-р экон. наук, проф.  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ЭКОНОМИКИ И ФИНАНСОВ»  
Санкт-Петербург, Россия

Европейская Комиссия с 2001 г. осуществляет разработку и внедрение «Solvency II» – новой риск–ориентированной концепции контроля финансовой устойчивости и платежеспособности страховых организаций (СО). Ее архитектура состоит из трех уровней: количественных требований к страховым резервам и собственному капиталу, качественных требований к внутреннему риск–менеджменту и требований к прозрачности СО.

К размеру собственного капитала СО в рамках «Solvency II» предъявляются следующие требования:

– минимальные требования к капиталу (MCR), при несоблюдении которых лицензия СО немедленно отзывается;

– требования к капиталу для обеспечения платежеспособности (SCR), отражающие капитал, требуемый для сохранения платежеспособности с вероятностью 99,5 % в течение одного года. При несоблюдении SCR орган страхового надзора может применить к СО различные санкции.

SCR отражает размер капитала, требуемого для покрытия различных рисков СО: страховой деятельности, рыночного, дефолта контрагента и операционного. SCR может быть рассчитан как по стандартной формуле ЕС, так и по внутренней модели СО, одобренной органом страхового надзора. Использование внутренних моделей позволяет измерить реально необходимый размер капитала СО с учетом ее специфики.

Была проведена апробация количественных требований «Solvency II» на базе показателей деятельности одной из крупнейших СО Северо-запада России. Для нее SCR по страховой деятельности составил 1,74 млрд р., при этом собственный капитал СО составил 1,66 млрд р. Данная СО не обладает капиталом, достаточным для покрытия риска страховой деятельности в рамках «Solvency II», а тем более для покрытия других рисков. Российский страховой рынок не готов к количественным требованиям «Solvency II» в чистом виде. В то же время, базируясь на концептуальных основах «Solvency II», необходимо внести изменения в российские требования к размеру собственного капитала СО, которые бы учитывали рисковость и структуру страхового портфеля и активов СО.

УДК 620.179.14

ОЦЕНКА ИНДИКАТОРНЫХ РИСУНКОВ ДЕФЕКТОВ  
НА ВИЗУАЛИЗИРУЮЩЕЙ МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ ПЛЕНКЕ  
В ПРИЛОЖЕННОМ ПОЛЕ

А.В. ШИЛОВ

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

Работа посвящена исследованию влияния параметров дефектов и условий контроля на количественные характеристики индикаторных рисунков дефектов на пленке, визуализирующей магнитные поля, при контроле в приложенном поле. Проведены исследования влияния глубины и ширины дефекта наружной и внутренней поверхности образца, глубины залегания дефекта, расстояния между контролируемым объектом и пленкой на количественные характеристики индикаторных рисунков.

Установлено, что с увеличением глубины дефекта внутренней поверхности образца размах сигнала возрастает, причем при малых режимах намагничивания крутизна кривых увеличивается с ростом глубины несплошности, при  $H = 96$  А/см – она постоянна, а при более высоких  $H$  – уменьшается при увеличении  $H$ . При намагничивании объекта с уложенной на его поверхность пленкой полем напряженностью менее 256 А/см с увеличением глубины дефекта до 1 мм, зависимость размаха сигнала от глубины несплошности сначала резко возрастает, а затем плавно увеличивается, при намагничивании полем напряженностью более 256 А/см – зависимость линейна и не зависит от  $H$ .

Ширина сигнала  $x$ , обусловленного дефектом наружной и внутренней поверхности, с увеличением раскрытия несплошности монотонно увеличивается и мало зависит от режима намагничивания.

С ростом напряженности поля размах сигналов, обусловленных дефектами, расположенными на различной глубине от поверхности объекта, возрастает, достигая постоянной величины при напряженности поля тем большей, чем больше глубина залегания дефекта. Закономерности нарушаются при приближении несплошности к внутренней и наружной поверхности образца ( $h_3 = 2,5$  и 22,5 мм).

Размах сигналов, обусловленных дефектами наружной и внутренней поверхности (при различных расстояниях между контролируемым объектом и пленкой), возрастает с увеличением напряженности намагничивающего поля, а затем стабилизируется. Чем меньше расстояние от пленки до объекта, тем при большей напряженности внешнего поля стабилизируется размах сигнала.

УДК 669.187

ЭЛЕКТРОШЛАКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛЫХ  
ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК

А.Н. ЮРЧАК, И.В. ТКАЧЕНКО

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

В машиностроении широко применяются детали типа втулок, изготавливаемые из черных и цветных металлов. По существующей в промышленности технологии стальные заготовки для таких деталей получают различными литейными способами или применяют процессы пластического деформирования нагретого до высоких температур металла. Большое число промежуточных операций, сопровождающихся нагревом металла до высоких температур, характерное для технологических процессов горячейковки, штамповки и прошивки, приводит к его заметным потерям, что обуславливает высокую трудоемкость изготовления деталей типа втулка.

В последнее время, в связи со значительно возрастающими требованиями к качеству литых деталей по структуре металла, актуальным является вопрос совершенствования традиционных литейных процессов и повышения качества литых заготовок. Литой металл электрошлакового переплава (ЭШП) содержит в 2–3 раза меньше неметаллических включений, в 3–4 раза меньше вредных примесей, в 1,5 раза меньше газов ( $O_2$ ,  $H_2$ ,  $N_2$ ), что существенно улучшает его пластические свойства, микроструктуру, плотность металла, уменьшает склонность сталей к трещинообразованию.

Из рассматриваемых вариантов электрошлаковых технологий наиболее оптимальным является получение цилиндрических полых заготовок центробежным электрошлаковым литьем.

ГНУ «ИТМ НАН Беларуси» была разработана технология получения таких отливок в машине центробежного литья наклонного типа из отходов стали 5ХНМ. Как показали эксперименты, металл, получаемый из отходов, после электрошлакового переплава имеет требуемый химический состав и высокую плотность. Кроме того, варьируя толщину слоя шлака, обогревающего свободную поверхность затвердевающей отливки, можно добиться, сплошных как столбчатой, так и равноосной структур сплава, а также, непрерывным динамическим воздействием влиять на процесс затвердевания, измельчая макроструктуру.

Проведенный экономический анализ показал, что применение полых заготовок, полученных методом ЭШП взамен поковок или обычного литья, особенно из легированной стали, дает значительный экономический эффект и дополнительно повышает коэффициент использования металла.

УДК 621.791  
ОСОБЕННОСТИ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО РАСЧЕТА СОЕДИНЕНИЙ,  
ВЫПОЛНЯЕМЫХ КОНТАКТНОЙ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКОЙ

Т.И. БЕНДИК

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

Построение геометрии конечно-элементной модели для соединений, выполняемых контактной точечной сваркой, имеет ряд особенностей. В частности, существует необходимость выбора метода соединения структурных компонентов модели в местах расположения сварных точек. В зависимости от размерности модели используются различные типы элементов-соединителей: линейные и нелинейные, деформируемые и жесткие. Соединение может быть установлено между точками, узлами и гранями модели.

Для задания параметров сварного соединения в модели необходимо определить следующие параметры:

- диаметр сварной точки (рассматривается только круглое сечение, функция модификации сечения сварной точки не предусмотрена);
- физические свойства материала сварной точки (возможно использование стандартной библиотеки свойств материалов или задание любых эмпирических данных пользователя);
- ориентацию элемента-соединителя по отношению к установленной системе координат.

Места расположения сварных точек в модели задаются вспомогательными точками. При этом длина соединительных элементов в нахлесточном соединении будет равна  $0,5(\delta_v + \delta_n)$ , где  $\delta_v$ ,  $\delta_n$  – толщина верхней и нижней пластины соответственно. Если в процессе расчета перемещения узлов модели приведут к тому, что длина элемента-соединителя станет нулевой, то связь между узлами, расположенными на верхней и нижней пластинах, будет принята абсолютно жесткой.

Описанные особенности создания геометрии конечно-элементной модели позволяют сделать следующие выводы о результативности подобных расчетов: возможна оптимизация диаметра и шага сварных точек в зависимости от толщины металла и вида свариваемого материала; может быть получена картина распределения напряжений между сварными точками при различных вариантах статического и динамического нагружения; при совмещенном термомеханическом расчете возможно определение рационального порядка наложения сварных точек на изделие с целью уменьшения напряжений и деформаций конструкции.

УДК 378.164.169  
ОРГАНИЗАЦИЯ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ  
В КОМПЬЮТЕРНОЙ МИКРОСКОПИИ

Д.В. ЧМЫХОВ, Р.А. ФИЛИППОВ

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

Организация любой исследовательской деятельности связана с получением и анализом результатов проводимых исследований. Это сложный и трудоёмкий процесс, требующий больших человеческих затрат и уникального дорогостоящего оборудования. Одним из путей решения этой проблемы может стать создание виртуальных лабораторий, работающих в режиме коллективного пользования.

Любая лаборатория компьютерной микроскопии представляет собой программно-аппаратный комплекс, предназначенный для получения, преобразования, количественной обработки изображений и хранения полученной информации.

Виртуальная лаборатория представляет собой некую информационную среду, позволяющую проводить эксперименты, не имея непосредственного доступа к объекту исследования.

В Брянском государственном техническом университете создана лаборатория сканирующей микроскопии с доступом к экспериментальной установке через Интернет. Комплекс ориентирован на решение широкого спектра задач сбора, обработки, передачи и представления информации в условиях удаленного доступа к ее источникам. Особенность оптической микроскопии состоит в том, что полученные фотографии содержат сфокусированные и расфокусированные участки. Объясняется это тем, что при увеличении четким формируется только тот участок поверхности, который попадает в фокус объектива микроскопа.

В процессе удаленного доступа к комплексу пользователь имеет возможность работать с микроскопом аналогично исследователю, работающему непосредственно на самом оборудовании. Данная схема позволит проводить научные исследования в области микроструктурного и микрогеометрического анализа различных образцов и деталей в условиях дистанционного доступа, что значительно повысит эффективность использования дорогостоящего научного оборудования.

УДК 621.317.43  
ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ МАГНИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ДИАГНОСТИКЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЮ  
УСТРОЙСТВ С МАГНИТНОЙ ЦЕПЬЮ

И.Т. СКУРТУ

Научный руководитель И.И. БРАНОВИЦКИЙ, д-р техн. наук  
Государственное научное учреждение  
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»  
Минск, Беларусь

Работа посвящена аналитическим и методическим вопросам моделирования устройств, содержащих магнитную цепь, с возможной динамикой параметров её магнитного гистерезиса. Основная направленность – расширение информативности диагностики и оптимизация проектирования.

Различные этапы жизненного цикла электрических машин, в том числе проектирование и диагностика, получают качественно новый уровень сопровождения при использовании математического моделирования.

На сегодняшний день математические модели намагничивания и перемагничивания, большинство из которых являются представлениями на основе элементарных и трансцендентных функций либо эмпирико-статистическими, не обладают одновременно такими качествами, как гибкость для описания различных направлений динамики гистерезиса, равномерность ошибки и простота. Таким образом, необходимо развитие подходов к описанию гистерезиса, позволяющих построение моделей, свободных от вышеприведенных недостатков.

Полученные на основе анализа распределения кривизны, аналитические выражения для основной кривой намагничивания и предельных петель гистерезиса на основе рациональной формы полиномов Безье. Рассматривается влияние короткозамкнутого витка на динамику параметров гистерезиса и показана возможность описания полученной моделью динамических гистерезисных переходов различной направленности. Описывается методика моделирования трансформаторов на основе конечноэлементного расчёта магнитной цепи. Так как магнитная цепь остаётся неизменной при любых способах соединения и включения обмоток, расчёт магнитной цепи может быть использован для анализа различных режимов работы. Также рассматриваются возможности дальнейшего развития параметрических моделей.

УДК 621.791  
СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КОМПЛЕКСА ПАРАМЕТРОВ  
КОНТАКТНОЙ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ

С.В. БОЛОТОВ, Е.Л. БАНСЮКОВА

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

Для обеспечения качественного сварного соединения прибегают к комплексному контролю многих параметров, справедливо полагая, что достоверность контроля при этом существенно повышается.

Разработана информационно-измерительная система на базе ЭВМ, которая совместно с датчиками позволяет автоматически измерять, обрабатывать и сохранять в памяти следующие параметры сварочного процесса: мгновенные и действующие значения сварочного тока  $i_{св}$ ,  $I_{св}$  и напряжения на электродах  $u_{э}$ ,  $U_{э}$ , время сварки  $t_{св}$ , перемещение подвижного электрода  $h$ . Все измеряемые параметры индицируются на экране ЭВМ и сравниваются с заранее введёнными значениями допуска (для сварочного тока и времени сварки). Отклонение измеряемых параметров от установленных значений индицируется световой сигнализацией. Система позволяет обрабатывать поступающую информацию для прогнозирования качества сварного соединения по энергии, выделяемой в зоне сварки  $Q = \int_0^{i_{св}} |u_{э}| \cdot |i_{св}| dt$ .

Наличие выходного аналогового канала позволяет оперативно воздействовать позицию «нагрев» сварочного тока (от 50 до 100 % от номинального) через узел внешнего управления регулятора цикла сварки.

Аппаратная часть системы состоит из датчиков и универсального устройства сбора данных компании National Instruments USB-6009, имеющее 8 каналов аналоговых входов, 2 канала аналоговых выходов, частоту оцифровки 48 кГц, максимальное входное напряжение  $\pm 20$  В. Связь устройства с ЭВМ осуществляется USB шиной. Датчик тока выполнен на основе преобразователя Холла ДТПХ-32000, имеет диапазон измерения сварочного тока 0–32 кА, с погрешностью  $\pm 5$  %. Датчик перемещения ДУПХ-30-1 ЭЗ имеет диапазоном угловых перемещений  $\pm 15^\circ$ , с погрешностью  $\pm 1$  %. Напряжение между электродами снимается с помощью щупов.

Программное обеспечение выполнено в среде графического программирования LABVIEW в виде виртуального прибора, где осуществляется индикация параметров режима сварки и световая сигнализация нарушений параметров режима сварки. Связь с устройством сбора данных USB-6009 производится посредством драйвера DAQmx.

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

Зачастую экспериментальные исследования отнимают большое количество времени, которое расходуется на получение, сохранение, обработку, систематизацию и анализ получаемых экспериментальных данных. Задача усложняется в случае повышенных требований к гибкости проведения эксперимента, из-за меняющихся требований и уточнений, совершаемых в его процессе. Всё это мешает сосредоточиться на сути эксперимента, вынуждая отвлекаться, переключаясь между задачами и тратя время на действия, непосредственно не связанные с самим экспериментом – внесение, просмотр промежуточных данных, внесение на их основе различных корректировок и тому подобное.

В ходе экспериментальных исследований удобно использовать программно-аппаратный комплекс National Instruments (NI), который позволяет решать весь спектр задач по сбору и анализу данных, при этом давая возможность оперативно корректировать процесс. Предложена программа, написанная в среде LabVIEW 2009, позволяющая по определенным начальным условиям запускать запись входных сигналов, анализ поступающих данных в реальном времени и обеспечение обратной связи с лабораторной установкой посредством выдачи управляющих импульсов, что позволяет получить автоматическую систему управления. После нажатия переключателя программа переводится в другой режим – для загрузки и анализа сохранённых файлов с экспериментальными данными.

Аппаратная часть может быть представлена практически любым из множества устройств сбора данных (УСД). В данном комплексе использовано УСД начального уровня – NI-6009, максимальной частотой входного сигнала 48кГц, 8 аналоговыми входами и 2 выходами, тем не менее, позволяющая решать поставленные задачи. Однако, возможно использование любого УСД, подходящего по техническим параметрам.

Саму программу можно условно разделить на несколько блоков: блок слежения за входными сигналами, по достижению заданного уровня которых включается блок цикла с последовательностью действий – запуск сбора и сохранения данных, анализ и сравнение с заданными величинами, в случае достижения одного или нескольких пороговых значений – запуск цикла генерации управляющего сигнала.

Р.П. РОМАНЕНКО, Н.М. ПЛЕШКАНЬ  
Научный руководитель С.Л. ШАПОВАЛ, канд. техн. наук, доц.  
«КИЕВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТОРГОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Киев, Украина

При определении физико-механических свойств продукта, к которым относится устойчивость дисперсных систем, целесообразным является использование оптических методов анализа. Эти методы наиболее эффективны в случаях, когда нужно проводить значительное количество экспериментальных исследований.

Наиболее распространенные методы определения устойчивости дисперсных систем основаны на седиментационном анализе. Проблема состоит в том, что седиментационные кривые, анализ которых предусматривает данная методика, невозможно построить без специального оборудования; а это усложняет процесс определения динамики осаждения частиц взвеси.

Предложенная кафедрой инженерно-технических дисциплин методика дает возможность определить устойчивость и динамику свертывания лиофобных дисперсных систем. Измерив динамику прозрачности системы, рассчитываем устойчивость суспензии.

Прозрачность определяли экспериментальным методом, который основывается на ГОСТ 3351-74, с использованием лазерного излучателя ESPE-1 с длиной волны 663 нм, ультразвуковой установки и цифрового люксметра, отградуированного в соответствии с красной шкалой люксметра Ю 117, кюветы из оптического стекла и магнитной мешалки.

После проведения эксперимента, значение динамики прозрачности по времени экспортируется в программу MS Excel. После интерполяции показаний люксметра, получаем уравнение, описывающее зависимость прозрачности суспензии на указанной глубине от времени седиментации.

При апробации метода столкнулись с проблемой работы магнитной мешалки в прямоугольной кювете: возникают зоны турбулентности, которые преломляют лазерный луч, что приводит к скачкам показаний люксметра. На основе этого факта исследователи выдвигают гипотезу, что использование ультразвука для равномерного и контролируемого перемешивания суспензии может привести к созданию дифракционной решетки, что в перспективе позволит анализировать размер твердых частиц суспензии.

В качестве измерительного преобразователя для фиксации мгновенной ударной силы применяется однокомпонентный вибропреобразователь-акселерометр AP 2037-10, который измеряет вибрационное и ударное ускорения в вибродиагностических системах и при лабораторных исследованиях. На основе этих данных можно вычислить результирующую силу, что повышает достоверность измерения.

В отличие от остальных стендов данная конструкция позволяет устанавливать преобразователь непосредственно в макет головы человека, на который надевается шлем. В результате отсутствует вероятность запутывания проводов, обеспечивается высокая точность измерения за счет надежной фиксации преобразователя.

Устройство измерения скорости перемещения ударника реализуется с помощью волоконно-оптического преобразователя, так как он наиболее простой и недорогой в реализации, имеет высокую точность и слабую зависимость результатов измерений от вибраций в зоне измерений, большое быстродействие, не требует контакта с объектом измерения.

Для обработки результатов измерения применяется плата цифрового осциллографа, которая подключается к персональному компьютеру. Это позволяет представлять измерительную информацию в графическом виде.

УДК 621.791

## ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА СВАРКИ НА МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КОМБАЙНОВ

Л.Е. ИВАНОВА

Научные руководители А.М. БЕЛЯГОВ, канд. техн. наук, доц.;

С.В. БОЛОТОВ, канд. техн. наук, доц.

Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилёв, Беларусь

Нижний передний валец питающего аппарата кормоуборочного комбайна называется детекторным, т.к. в нем расположен металлодетектор, защищающий технологический тракт комбайна от поломок, вызванных попаданием с кормомассой металлических предметов. Все детали изготавливаются из немагнитной аустенитной стали 12X18H10T. В результате воздействия термомеханического цикла сварки соединения вальца детекторного приобретают ферромагнитные свойства, что приводит к ложным срабатываниям металлодетектора.

Были проведены теоретические расчеты времени интенсивного карбидообразования и выявлены пути приводящие к уменьшению длительности пребывания металла в интервале температур 550...800 °С, что уменьшает вероятность образования ферритной фазы: уменьшение погонной энергии, увеличение скорости сварки, интенсивное охлаждение стали в интервале температур 550...800 °С.

Для изучения влияния параметров режима сварки на магнитные свойства сварных соединений рабочих органов комбайнов были изготовлены образцы из стали 12X18H10T. Сварка проводилась с использованием различных присадочных материалов и на разных режимах сварки неплавящимся электродом в среде Ar. Измерение содержания ферритной фазы производилось многофункциональным вихретоковым приборами МВП-2М, а остаточной магнитной индукции – магнитометром на основе преобразователя Холла ИОН -3.

В результате экспериментальных исследований выявлена корреляция между содержанием ферритной фазы в основном металле, сварных швах и зонах термического влияния образцов из стали 12X18H10T и остаточной магнитной индукцией, что свидетельствует о возможности косвенной оценки содержания ферритной фазы в случаях, когда её измерение ферритометром затруднено из-за конструкции преобразователя.

Установлено, что применение присадочного прутка ER308L и стержня электрода Bohler FOX FFB на рекомендованных режимах сварки позволит получить содержание ферритной фазы в пределах 0,7 %, что меньше порогового значения срабатывания металлодетектора 1...1,2 %.

УДК 621.9

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЙ СВАРЕННЫХ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЗА МАФ  
(МЕТИЛАЦЕТИЛЕН-АЛЛЕНОВАЯ ФРАКЦИЯ)

А.В. ЛИПКОВА

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

Тенденции перехода к МАФ наблюдаются в странах СНГ и также на многих предприятиях Республики Беларусь. В связи с этим, необходимы системные исследования по применению газа МАФ при выполнении газосварочных работ. Учитывая, что технология сварки с использованием МАФ является импортозамещающей, т.к. позволяет отказаться от закупок за рубежом карбида кальция, из которого получают ацетилен, широкое применение МАФ позволит получить в Республике Беларусь существенный экономический эффект.

Перспективность и возможность работы с газом МАФ при сварке обусловлена следующими факторами: безопасность и механические свойства сварных соединений сваренных с использованием газа МАФ.

Для сравнения прочностных показателей сварных соединений, выполненных с использованием газа МАФ и ацетилена соответственно в настоящее время были проведены механические испытания. В качестве образцов использовались сварные соединения труб из стали 20 в диапазоне  $\varnothing 21,3 \dots 108$  мм. Образцы подвергались основным видам механических испытаний, включающих в себя: испытание на статическое растяжение поперек шва, статический изгиб или сплющивание поперек шва. Полученные результаты механических испытаний однозначно подтвердили, что качество сварных соединений сваренных с использованием газа МАФ не уступают качеству сварных соединений сваренных ацетиленом. Также установлено, что существенное значение для обеспечения необходимых механических свойств сварных соединений имеет качество используемого присадочного материала.

С целью повышения эффективности горения газа МАФ в смеси с кислородом при сварке в настоящее время проводятся исследования свойств пламени при использовании термодинамического моделирования химических и фазовых равновесий при высоких температурах. Моделирование обеспечивается при использовании многоцелевых программных комплексов АСТРА.4 и HSC Chemistry.

УДК 833.06

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ  
АМОРТИЗАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ШЛЕМА ПОЖАРНОГО

С.Д. МАКАРЕВИЧ

Научный руководитель В.Ф. ПОЗДНЯКОВ, канд. техн. наук, доц.  
Учреждение  
«МОГИЛЕВСКОГО ОБЛАСТНОГО УПРАВЛЕНИЯ МЧС РБ» НПЦ  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

При проведении аварийно-спасательных работ очень важным вопросом является обеспечение безопасности пожарного-спасателя. Одним из элементов, обеспечивающим защиту пожарного-спасателя, является шлем пожарного.

Шлем пожарного-спасателя предназначен для защиты головы, шеи и лица человека от механических и термических воздействий, влияния агрессивных сред, поверхностно-активных веществ и воды при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ, а также неблагоприятных климатических воздействий.

В соответствии с ГОСТ 30694-2000 «Шлем пожарного. Общие технические требования и методы испытаний» одним из основных методов испытаний, определяющих обеспечение безопасности пожарного-спасателя, является амортизационная способность шлема.

До недавнего времени в Республике Беларусь отсутствовали комплексные средства испытаний шлемов пожарных.

Научно-практическим центром Могилевского областного управления МЧС совместно с Белорусско-Российским университетом разработано и изготовлено устройство для определения и регистрации амортизационных показателей шлема пожарного.

Указанное устройство смонтировано на испытательном стенде. Испытательный стенд представляет собой устройство для ударных испытаний объектов на прочность, которое способно воспроизводить одиночные ударные импульсы. Конструкция позволяет регулировать величину приложенной силы к объекту испытания. Разработана оригинальная схема управления электроприводом, установленным на испытательном стенде, которая позволяет автоматизировать процесс испытания.

УДК 534.341  
ЛАЗЕРНЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ И КОНТРОЛЯ СВОЙСТВ  
РАДИОПОГЛОЩАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Е.М. ГАЛУЗИНА  
Научный руководитель П.В. АСТАХОВ, канд. физ.-мат. наук, доц.  
Учреждение образования  
«ГОМЕЛЬСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ»  
Гомель, Беларусь

Решение проблем, связанных с безопасностью различных технических объектов, невозможно без применения информационных методов и средств технической диагностики и неразрушающего контроля. Неразрушающий контроль является составной частью технического контроля и определяется как методика, при которой не нарушается целостность объекта и его готовность к дальнейшему применению. Основной тенденцией в развитии современной техники является использование функциональных объектов малых размеров. Уникальность свойств таких объектов во многом определяется атомными и электронными процессами, протекающими как в объеме, так и на их границах и имеющими ярко выраженный квантовый характер. Проблема исследования свойств объектов такого рода осложняется тем, что из-за очень малых размеров образцы являются достаточно неравновесными системами, а протекающие в них процессы часто анализируют на основе традиционных подходов, свойственных равновесным объектам. В связи с этим в настоящее время происходят как интенсивное развитие теории явлений в малых объектах, так и разработка новых методов их получения, а также физических и химических методов исследования и контроля.

Уникальные возможности методов лазерной фотоакустической спектроскопии обусловили их интенсивное развитие и широкое применение для бесконтактной технической диагностики и неразрушающего контроля оптических, теплофизических, акустических, нелинейных свойств конденсированных сред. В процессах формирования композиционных наноматериалов, подавляющих электромагнитное излучение, важную роль играет контроль теплофизических характеристик образующихся гетерогенных структур. Для получения заданных электромагнитных и диссипативных характеристик радиопоглощающих материалов широко используются композиты. Контроль создания таких материалов можно осуществить, возбуждая тепловые колебания и регистрируя результирующий сигнал методами лазерной фотоакустической спектроскопии.

УДК 621.791  
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ БУКС КОЛЕСНЫХ ПАР ГРУЗОВЫХ  
ВАГОНОВ В ПРОЦЕССЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

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

Для продления срока службы и экономии финансовых ресурсов в вагонном депо Могилевского отделения Белорусской железной дороги производят восстановление букс колесных пар с помощью дуговой наплавки металла на верхние опорные поверхности буксы и приварки пластин прорезными швами к боковым опорным поверхностям буксы.

Из-за неравномерного нагрева и последующего охлаждения в процессе дуговой сварки и наплавки возникают пластические деформации, протекающие во всем интервале температур от  $T_{\text{комн}}$  до  $T_{\text{пл}}$ . Образуются значительные внутренние остаточные напряжения, обычно достигающие предела текучести. Следствием неравномерного распределения внутренних напряжений в теле буксы является деформация последней. Поэтому при разработке технологического процесса восстановления букс колесных пар необходимо прогнозировать, учитывать и минимизировать искажение взаимного расположения поверхностей и геометрических размеров.

Для обеспечения точности размеров контактных поверхностей после наплавки металла на верхние опорные поверхности букс производят их фрезерование, которое приводит к перераспределению наведенных предыдущими технологическими операциями внутренних напряжений и появлению деформаций, сведя на нет усилия, предпринятые по устранению последних в процессе дуговой сварки и наплавки.

Несмотря на множество разработанных способов уменьшения деформаций конструкций при дуговой сварке и наплавке, а также механической обработке в отдельности, комплексно к решению проблемы обеспечения точности проектных форм и размеров изделий не подходили.

Благодаря совместному рассмотрению термомодеформационных процессов, протекающих при дуговой сварке, наплавке и последующей механической обработке, разработан способ обеспечения точности при восстановлении (капитальном ремонте) корпусов букс колесных пар вагонов, позволяющий повысить выход годных для дальнейшей эксплуатации букс до 30 % путем управления полями внутренних напряжений. Данная технология может быть использована для восстановления корпусов букс колесных пар как грузовых, так и пассажирских вагонов, а также различных корпусов, имеющих внутренние посадочные поверхности под подшипники и т.д.

УДК 621.791.01; 621.791.03  
ПОВРЕЖДЕНИЕ АНТИКОРРОЗИОННЫХ ЦИНКОВЫХ ПОКРЫТИЙ  
ПРИ ДУГОВОЙ СВАРКЕ ПРОВОЛОКАМИ НА ОСНОВЕ МЕДИ

А.В. ЛУПАЧЁВ

Научный руководитель С.К. ПАВЛЮК, д-р техн. наук, проф.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

При сварке плавлением и высокотемпературной пайке возможно частичное или полное разрушение цинкового слоя, граничащего со швом. Разрушение покрытия характеризуется шириной поврежденных участков и оставшейся после высокотемпературного нагрева толщиной слоя цинка. Эти параметры зависят от термического цикла сварки, определяющего характер процесса, ширину поврежденного участка, а также остаточную толщину цинкового покрытия, которая зависит от времени пребывания покрытия при температурах испарения и окисления цинка.

Общая ширина зоны возможного повреждения защитного цинкового покрытия при сварке проволоками на основе меди в защитном газе составляет 16...20 мм. В этой зоне можно выделить 3 участка, отличающихся по механизму повреждения: участок кипения, плавления и окисления цинкового покрытия.

Длительность пребывания металла при температурах выше кипения, плавления и окисления определяет степень повреждения цинкового покрытия. Это время увеличивается практически по линейной зависимости с ростом удельной погонной энергии сварки или пайки.

На середине участка кипения цинка время пребывания металла при дуговой сварке проволоками на основе железа составляет 1,6 с, а при импульсно-дуговой сварке проволоками на основе меди – 0,48 с. При дуговой сварке и импульсно-дуговой сварке цинковое покрытие толщиной 0,05 мм испаряется полностью и металл шва совершенно не защищен от коррозии.

На участке расплавления покрытия средняя толщина испарившегося слоя цинка при сварке равна 0,185 мм, а при пайке 0,108 мм.

Для получения качественного соединения необходимо использовать минимальную погонную энергию при дуговой сварке и импульсно-дуговой сварке. При этом снижается устойчивость горения дуги на малой силе сварочного тока, а также возникают трудности при ручном манипулировании и перемещении сварочной горелки на высоких скоростях сварки. Последние две трудности преодолеваются путем автоматизации и роботизации процесса.

УДК 614.8: 658.345.8(075.9)  
ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ  
ОТВЕТСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Д.А. БУРМИНСКИЙ

Научный руководитель Н.К. МОДИН, канд. техн. наук, проф.  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТРАНСПОРТА»  
Гомель, Беларусь

Опасные производственные объекты выполняют свои функции посредством реализации различных технологических процессов, среди которых есть и так называемые ответственные технологические процессы (ОТП), которые в случае нарушения безопасности функционирования (НБФ), могут привести к техногенной чрезвычайной ситуации (ТЧС).

Нарушение безопасности ОТП практически всегда является следствием цепи отказов техники, ошибок человека, воздействий окружающей среды и неиспользованных возможностей по предупреждению и парированию их последствий. Необходимо заранее предусмотреть максимально возможное число причинно-следственных цепей и адекватных мер по их разрыву, чтобы не допустить перехода первичного неблагоприятного события до конечного – нарушения безопасности функционирования ОТП.

Наличие дерева неблагоприятных событий (ДНС) с учетом управляющих воздействий (сценариев) дает возможность управлять безопасностью (или риском) ОТП. Квалифицированное и своевременное назначение управляющего воздействия (УВ) по пресечению причинно-следственных цепочек возникновения и развития неблагоприятного события (НС) представляет собой, по сути дела, основу оперативного управления безопасностью.

Практическая реализация мер по управлению безопасностью базируется на использовании сценариев возникновения НБФ.

Составленные примерные сценарии возникновения НБФ и адекватные управляющие воздействия на этапе зарождения НС будут представлять собой эффективный инструмент для выявления истинных причин и виновников появления тех или иных НС при расследовании случаев нарушения безопасности, а также могут использоваться для распознавания и оценивания опасности техногенного характера, определения способов надёжной защиты от них и ликвидации последствий проявления любых опасностей во всех сферах производственной деятельности.

УДК 620.179

ВОЗБУЖДЕНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ГОЛОВНЫХ ВОЛН  
В ОБЪЕКТАХ С МАЛОЙ СКОРОСТЬЮ ЗВУКА

М.В. АСАДЧАЯ, О.С. СЕРГЕЕВА, Е.Г. АНДРИЕВИЧ  
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

Изделия из материалов с низкой скоростью звука (МСНЗ) – резин, пластмасс, серого чугуна и др. – составляют значительную часть объектов контроля. Для эффективного ультразвукового контроля таких объектов требуется решение проблем, обусловленных акустическими характеристиками материала. Сложность представляет ввод различных типов волн (помимо продольных), что ограничивает круг применимых методик контроля. Значительное затухание, характерное для МСНЗ, снижает чувствительность контроля. В работе представлены результаты исследований особенностей возбуждения и распространения головных волн в объектах из МСНЗ. Для возбуждения головных волн в МСНЗ необходимо использовать звукопроводы, скорость звука в которых составляет менее 3000 м/с. Перспективно использование звукопроводящих магнитных жидкостей (МЖ), управляемых магнитным полем. Установлено, что путем повышения объемного содержания магнитной фазы  $q$  в коллоиде можно добиваться чрезвычайно низких значений скорости звука – ~1000 м/с (основа – керосин) и ~900 м/с (пентан), что позволяет возбуждать в пластмассах любые типы волн. Коэффициент преобразования энергии падающей волны в головную является квазилинейной возрастающей функцией концентрации магнитной фазы. Вследствие значительного затухания колебаний закон ослабления амплитуды головной волны  $P_A$  в МСНЗ отличается от вида  $P_A \sim L^{-n}$ , характерного для металлов. Экспериментальные зависимости амплитуды от расстояния  $L$ , полученные на плексигласе, могут быть аппроксимированы выражением вида  $P_A \sim L^{-n} e^{-\alpha L}$ , где  $\alpha$  – частотнозависимый коэффициент затухания. Изменение акустической нагрузки на поверхности объекта оказывает неоднозначное влияние на распространение головной волны, в определенных условиях может существенно (до 15 дБ) увеличиваться амплитуда сигнала. Предположительно, причиной является изменение условий фазового взаимодействия составляющих вектора смещения в приповерхностной зоне вследствие изменения граничных условий. Это явление открывает перспективу управления параметрами сигнала и повышения чувствительности и требует более глубокого изучения.

УДК 621.791.763.2

О ФОРМИРОВАНИИ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ РЕЛЬЕФНОЙ СВАРКЕ  
ПАКЕТА ПО СХЕМЕ РЕЛЬЕФ – ПЛАСТИНА – РЕЛЬЕФ

А.Ю. ПОЛЯКОВ

Научный руководитель С.М. ФУРМАНОВ, канд. техн. наук, доц.

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

При рельефной сварке широко распространено использование пакетных соединений трех листов при штамповке рельефов на наружных листах. Рельефная сварка по данной схеме обеспечивает сквозное проплавление всего пакета с образованием сплошной литой зоны. Основной трудностью сварки в данном случае является необходимость точного совмещения рельефов, выштампованных на наружных листах. Это возможно только при использовании специальной оснастки либо в том случае, если конструкция деталей допускает их точную фиксацию. Ход процесса формирования соединения данного типа в значительной степени определяется и характеристиками привода давления рельефной машины.

Для решения данной проблемы предлагается в среднем листе в месте его контакта с наружными листами перед сваркой вырезать сквозное отверстие, по которому будет осуществлена центровка рельефов наружных листов. Диаметр отверстия подбирается таким образом, чтобы рельефы равномерно прилегли на 2/3 своей высоты к краям отверстия.

Особенностью сварки такого пакета является увеличенное перемещение подвижного электрода в процессе осадки рельефов. Следовательно, увеличиваются скорость и ускорение перемещения подвижного электрода при сварке. Известно, что абсолютные значения амплитуд изменения скорости и ускорения подвижного электрода значительно больше абсолютного значения амплитуды изменения его перемещения. Изменение скорости и ускорения перемещения подвижного электрода фиксируется программно устройством сбора данных NATIONAL INSTRUMENTS в среде LABVIEW. Регистрация изменений данных величин непосредственно в процессе сварки пакета рельеф – пластина – рельеф может диагностировать появление таких дефектов, как выплески и непровары. Изменения данных величин могут использоваться как информативные параметры при создании системы управления процессом контактной рельефной сварки пакета рельеф – пластина – рельеф. Это даст возможность стабилизировать геометрические параметры сварных соединений, а также обеспечить автоматическое изменение длительности протекания сварочного тока в зависимости от величины осадки рельефов.

С.М. ФУРМАНОВ

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

Разработанная нами методика позволяет эффективно управлять процессом точечной сварки с обжатием периферийной зоны соединения, что выражается в обеспечении максимально жёстких режимов сварки и максимальном снижении глубины вмятин на лицевых поверхностях свариваемых деталей за счет обеспечения стабилизации количества энергии, затраченной на образование сварного соединения.

Разработана программа управления эпорой сварочного тока в программной среде LabVIEW с применением системы сбора данных NI USB-6251 в режиме реального времени с воздействием на регулятор цикла сварки РКС-801. В качестве критерия управления процессом сварки нами выбрано сопротивление межэлектродного промежутка  $r_{ЭЭ}$ . При пропуске тока подогрева можно добиться определенной стабилизации сопротивления  $r_{ЭЭ}$  в начальный момент времени, на которое затем уже можно ориентироваться при расчете сварочного тока по закону Джоуля-Ленца.

Ток подогрева величиной 30...50 % от номинального пропускается в течение 2...3 периодов сетевого напряжения. Применение дополнительного импульса тока подогрева  $I_{П}$  также определяет вероятный путь протекания сварочного тока, так как при его пропуске практически исчезает сопротивление контакта между свариваемыми деталями в области формирования будущего литого ядра. В связи с этим при приложении усилия обжатия и резком увеличении площади контакта между деталями плотность сварочного тока изменяется существенно. При дальнейшем изменении сопротивления  $r_{ЭЭ}$  величина тока  $I_{СВ}$  корректируется таким образом, чтобы за время сварки  $\tau_{СВ}$  было введено требуемое количество энергии  $Q_{ЭЭ}$ .

Время сварки  $\tau_{СВ}$  выбирается из базы данных в зависимости от толщины и марки материала свариваемых деталей. При этом задаются максимально жесткие режимы сварки  $\tau_{СВ}$  – минимальное,  $I_{СВ}$  – максимальное) с учетом отсутствия выплесков. Обжатие периферийной зоны соединения способствует применению более жестких режимов сварки, чем при сварке без обжатия. При этом время сварки  $\tau_{СВ}$  можно уменьшить на 20...30 % без существенного увеличения усилия сжатия электродов FCB и тока  $I_{СВ}$ .

Е.А. ЯКИМОВ

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

Для генерации случайных величин в имитационном моделировании производственных процессов часто используют равномерное распределение. Случайная величина  $\xi$  называется равномерно распределенной на отрезке  $[a, b]$ , если ее плотность вероятности  $f_{\xi}(x)$  постоянна на этом отрезке и равна нулю вне его.

Равномерное распределение случайных величин подвергнуто исследованию через преобразование SSA–методом. Основной целью работы являлось исследование метода SSA при анализе временного ряда с линейным трендом, гармонической сезонной компонентой и шумовой составляющей, имеющей равномерное распределение. Проверка гипотезы о виде распределения осуществлялась при помощи критерия согласия Колмогорова при уровне значимости  $\alpha = 0,01$ . При исследованиях применялся табличный процессор MS Excel, а также пакеты Minitab и Mathcad. Технология исследования включала формирование ганкелевой матрицы из исходного ряда, определение левых и правых собственных векторов матрицы, построение групп векторов с трендовой составляющей ряда, периодической и шумом. Восстановление исходных составляющих ряда выполнялось путем диагонализации соответствующих матриц.

В результате проведенного исследования определены погрешности восстановления составляющих ряда и подтверждена гипотеза о том, что выделенная по методу SSA шумовая составляющая, как и шумовая составляющая исходного ряда, имеет равномерное распределение. Однако среднее значение, среднеквадратическое отклонение выделенной составляющей и интервал значений восстановленных случайных чисел отличаются от первоначальных. Например, шумовая составляющая восстановленного ряда для равномерного распределения смещается на величину математического ожидания шумовой составляющей исходного ряда с погрешностью 5–9 %; среднеквадратическое отклонение шумовой составляющей восстановленного ряда отличается от исходного на 7–9 %, как правило, в сторону уменьшения; интервал значений восстановленных случайных чисел отличается от первоначальных на величину до 10 %, что необходимо учитывать при использовании полученных результатов для решения задач прогнозирования.

УДК 621.3  
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ТЕПЛОВЕНТИЛЯЦИОННЫХ  
РЕЖИМОВ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

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

Для интенсивного отвода тепловых потерь у электродвигателей по конструктивной схеме ДАС используются два или четыре вентилятора: один (два) основных и один (два) вспомогательных. Основной(ые) вентилятор(ы) закреплён(ы) на силовом роторе, вспомогательный(ые) – на малом.

Поскольку эти электродвигатели иной конструкции, то методика, применяемая при расчёте тепловых и вентиляционных режимов стандартных асинхронных электродвигателей, уже не применима, несмотря на то, что данное семейство электродвигателей основано на серии АИРС. Поэтому требуется комплексная методика, дающая возможность производить тепловой расчет в функции вентиляционных режимов, отображающий реальную зависимость температур перегрева от условий охлаждения.

Предлагаемая методика представляет собой синтез теплого и вентиляционного расчетов и позволяет оценить температуру перегрева отдельных узлов электрической машины в функции параметров вентиляционного узла (основана на методе тепловых схем замещения).

Данная методика базируется на положении, что воздушный поток обладает как тепловой проводимостью, так и аэродинамическим сопротивлением. Поэтому воздушный поток можно рассматривать как систему однородных тел, обладающих соответствующих для этих тел постоянной температурой, и связанных между собой тепловыми проводимостями. Число ветвей, отходящих от узла тепловой схемы замещения, определяется как тепловыми проводимостями, так и аэродинамическими сопротивлениями.

Расчет начинается с определения минимальных параметров вентиляционных узлов для интенсивного вывода тепловых потерь. Далее

решается система линейных уравнений и на основе результатов делается коррекция параметров. Расчет искомых температур проводится до тех пор, пока данные температуры не окажутся достаточно близкими к требуемым (с заданной точностью). При этом происходит непрерывный пересчет параметров вентиляционного узла. Результатом будет искомые температуры и параметры вентиляционного узла.

УДК 621.791  
ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТНЫХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ  
ДЛЯ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО  
СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

А.Н. ЧЕРНЫЙ, Л.Е. ИВАНОВА  
Научный руководитель В.П. КУЛИКОВ, д-р техн. наук, проф.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

В последние годы ведутся интенсивные разработки магнитных методов и средств диагностики и прогнозирования ресурса оборудования. Фундаментальные исследования взаимосвязи магнитных, электрических и механических свойств металлов и сплавов со структурой, фазой, химическим составом и режимами термообработки ведутся в Уральском научном центре АН России и Центре магнитной диагностики трубопроводов «Интроско». Большой вклад в решение этой проблемы внесли: Загидуллин Р.В., осуществивший аналитические расчеты и описание магнитостатического поля поверхностных дефектов типа трещин; Баширова М.Г., использовавший в качестве диагностических параметров оценки текущего состояния и прогнозирования остаточного ресурса оборудования изменение параметров гармонических составляющих сигнала измерительного преобразователя.

Сегодня особое внимание уделяется методам обнаружения и измерения остаточных напряжений. Результаты сравнительных испытаний, свидетельствуют о недостатках существующих методов и приборов определения остаточных напряжений, а также о том, что они обречены на неудачу, если не принимать во внимание весь комплекс факторов, характеризующих напряженно-деформированное состояние металла. Известно, что основными источниками возникновения повреждений в работающих конструкциях являются зоны концентрации напряжений (КН), в которых процессы коррозии, усталости и ползучести развиваются наиболее интенсивно. Следовательно, определение зон КН является одной из важнейших задач диагностики оборудования и конструкций. На данный момент разработаны методы технической диагностики оборудования, основанные на явлении магнитомеханической анизотропии металла, согласно которым необходимым и достаточным условием разрушения является наличие местной концентрации напряжений. Основная задача, которая решается при данных подходах, заключается в своевременном выявлении зон концентрации напряжений, наиболее предрасположенных к разрушению.

Однако следует отметить, что в них не рассматривается возможность постоянного мониторинга состояния нагруженного объекта и тем более речь не идет о труднодоступных элементах конструкций, нуждающихся в постоянном контроле.

НОВЫЙ ПОДХОД К ИЗМЕЛЬЧЕНИЮ  
В ВИБРАЦИОННЫХ МЕЛЬНИЦАХ

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

Рабочим процессом в вибрационной мельнице является разрушение частиц измельчаемого материала, которое происходит в результате колебательного движения загрузки, которая может двигаться в различных режимах, в зависимости от конструктивных и технологических параметров.

Большинство существующих конструкций мельниц имеют одну или несколько помольных камер, которым сообщается колебательное движение. Корпус помольной камеры в таких случаях установлен статично на виброизоляторах. При поступательном движении корпуса по круговой или эллиптической траектории с большими ускорениями, придаваемыми виброприводом мельницы, ее корпус передает загрузке колебательное движение, направленное перпендикулярно оси вибратора. Загрузка, в свою очередь, под действием движения внутренней поверхности помольной камеры совершает движение вокруг горизонтальной оси, проходящей через центр тяжести загрузки, в сторону обратную движению вибратора.

Была предложена новая конструкция вибрационной мельницы, которая призвана увеличить производительность и улучшить качество помола, в которой помольная камера выполнена в форме горизонтального наклонного цилиндра, установленного подвижно.

Устройство включает в себя (рис.1) раму 1, на которой установлен привод 2 помольной камеры 3, который через эластичную муфту 4 осуществляет вращение камеры вокруг горизонтальной оси. Помольная камера 3 имеет форму горизонтального наклонного цилиндра, установленного в опорные узлы 5, которые являются частью подвижной рамы 6, соединенной с основной рамой 1 виброизоляторами 7. На подвижной раме 6 смонтирован вибропривод 8, который придает вращающейся камере колебательное движение. На цилиндрической поверхности камеры имеется загрузочный люк 9, с устанавливаемой решеткой для разгрузки.

Так называемая вибровращательная мельница работает следующим образом. Через загрузочный люк 9 в помольную камеру 3 загружают мелкие тела. Исходный материал через загрузочный люк подается в по-

КЛАССИФИКАЦИЯ СРЕДСТВ ИМИТАЦИОННОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ

К.С. САМАРЦЕВ

Научный руководитель В.И. АВЕРЧЕНКОВ, д-р техн. наук, проф.  
Государственного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Брянск, Россия

Современные инструменты имитационного моделирования (ИИМ) позволяют эффективно применять его не только в научных изысканиях, но и в качестве средства для построения систем поддержки принятия решений в управлении образовательным учреждением. Сведения, приведенные в таблице, являются обобщением изучения вопроса инструментальных компьютерных средств в соответствии с задачами, заявленными разработчиками. Таблица представляет собой классифицированную измерительную шкалу возможностей ИИМ и особенностей их использования.

Категория ИИМ	Описание	Программные средства
Универсальное	Для создания моделей используются универсальные программные средства (ПС), а также различные языки имитационного моделирования	GPSS/H, GPSS/PC, SIMAN, Simula, SLAM, SLX
Ориентированное на производственные процессы	Специальные ПС для анализа и управления производственными системами	ProModel, AutoModel, WITNESS, ShowFlow 2.5
Для календарного планирования	Универсальные и специальные ПС, применяемые для планирования на производстве. Наблюдается развитие специфических ПС	Simul8 Planner, AutoSched
Для специализированных задач	ПС для моделирования систем масс-медиа, здравоохранения, образовательных систем и т.д.	MedModel, ПС для моделирования процессов медицинского обслуживания; ServiceModel – пакет ПС для моделирования управления банками, образовательными, финансовыми учреждениями и др.
Средства поддержки имитационного моделирования	Средства наблюдения за моделями, позволяющие провести анализ входных данных, управление развитием событий, анимировать прохождение во времени определенных процессов, а также оценить выходные данные	Arena, GPSS/World; Wolverine Software Corporation's PROOF; включает как визуализацию, так и лежащий в ее основе язык моделирования
Средства экспресс-моделирования	Экспресс (черновое) – моделирование используется для создания обобщенных моделей, а также для анализа осуществимости проектного решения до начала полномасштабного моделирования	Наиболее широкое распространение получили ПС, основанные на электронных таблицах. Например, Manuplan или Simstarter (отсутствуют в свободной продаже)
Средства поддержки процесса имитационного моделирования	Используются для упрощения процессов моделирования. Включают системы анализа данных, проектирования распределения ресурсов и системы создания отчетов	ExpertFit, SIMSTAT 2.0

УДК 004.9

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ КОМПОНЕНТОВ

Р.В. ПЕТРОВ

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

Использование современных технологий позволяет не только автоматизировать разработку, но и упростить описание имитационной модели, наглядно связать его с реальной системой, что позволит снизить затраты на расширение и уточнение модели.

Проектирование имитационной модели происходит в два этапа. На первом этапе имитационная модель формализуется в виде текстового описания компонентов, их состояний, параметров, функций и связей между собой, а также в виде графического описания из блоков и стрелок. На втором этапе определяются типы компонентов, функции объединяются в интерфейсы и определяются связи между компонентами на основе определенных ранее интерфейсов. Компоненты, объединенные в группы, могут выступать в качестве отдельного компонента более высокого уровня. Взаимодействие между родительским компонентом и дочерними компонентами осуществляется с помощью прямого чтения-установки параметров или вызова родительским компонентом специальных функций реализованных в дочерних компонентах. Сама имитационная модель также представляет собой компонент, который может содержать дочерние компоненты, обладает набором начальных параметров и откликов, в качестве которых могут быть использованы параметры дочерних компонентов с любого уровня.

Среда выполнения имитационных моделей реализована на платформе .NET Framework. Программирование выполняется на языке C#, каждый компонент имитационной модели представляет собой .NET класс, унаследованный от базового класса реализующего интерфейс для взаимодействия со средой выполнения. В классе компонента описываются параметры, состояния, функции, алгоритмы состояний, дочерние и соседние компоненты, внешние источники данных в виде полей и методов. Программирование и отладка модели ведется в среде Microsoft Visual Studio с использованием подключаемых модулей расширения, которые на основе рассмотренного выше описания структуры генерируют код модели. Непосредственно программирование заключается в написании алгоритмов, соответствующих состояниям компонентов.

мельную камеру. Вибропривод 8 создает колебания помольной камеры по эллиптической траектории, одновременно с этим, привод 2 вращает помольную камеру. Мелющие тела оказывают на измельчаемый материал ударное и истирающее действие, идет непрерывное перемешивание материала за счет криволинейной траектории движения загрузки по образующей помольной камеры. Через определенное опытным путем время, через разгрузочный люк 9 готовый материал выгружается из помольной камеры.

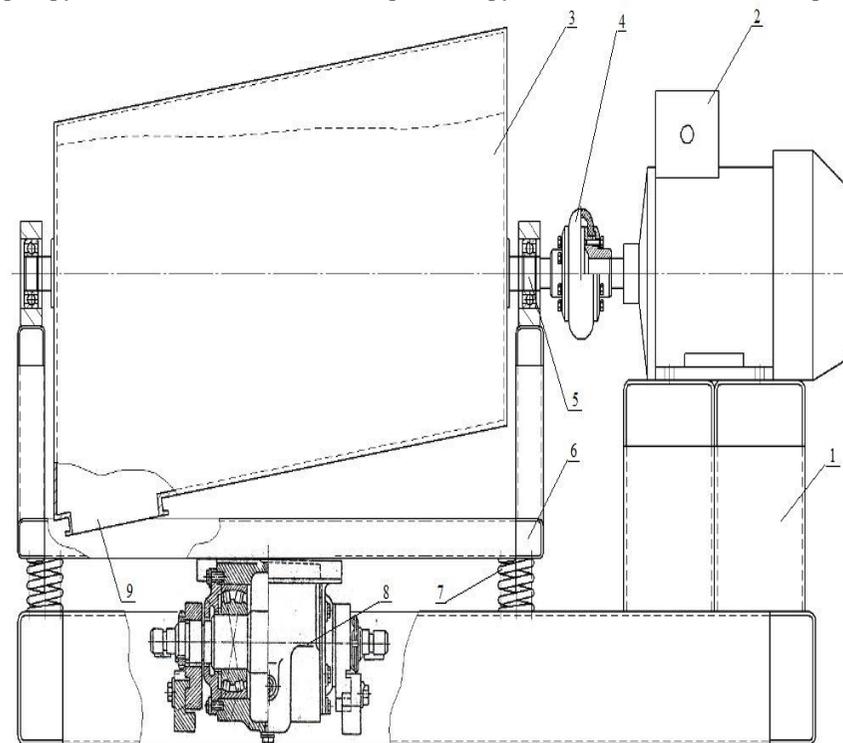


Рис. 1. Схема вибрационной мельницы

Благодаря сложной форме помольной камеры, которая позволяет загрузке двигаться возвратно-поступательно в продольном направлении, в процессе работы материал эффективно измельчается в режиме сложного циркуляционного и вибрационного движения загрузки.

УДК 621.87

О ПРИРОДЕ АДГЕЗИИ СВЯЗНЫХ ГРУНТОВ  
С РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ ЗЕМЛЕРОЙНЫХ МАШИН

А.С. КОЗИК, О.А. БУЙЛОВ

Научный руководитель С.А. ЗЕНЬКОВ, канд. техн. наук, доц.  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Братск, Россия

При разработке влажных грунтов замерзание и налипание грунта на рабочие органы землеройных машин существенно снижает их производительность.

Для решения проблемы предотвращения прилипания и примерзания глинистых минералов к рабочим органам землеройных машин необходимо знание явлений, происходящих при соприкосновении рабочей поверхности и грунта.

В настоящее время известны две теории, которые имеют различные объяснения природы адгезии связных грунтов с твердой поверхностью. Сторонники электромолекулярной теории утверждают, что адгезия обусловлена действием электромолекулярных сил в зоне контакта грунта с другими материалами. В то же время существует утверждение, что под прилипанием следует понимать физический процесс, заключающийся во взаимодействии микрополостей поверхностей контактирующих тел, которое обусловлено действием вакуумных сил.

Согласно электромолекулярной теории липкость наряду с влажностью, давлением прижатия, временем действия нагрузки и видом грунта зависит от химического состава материала, контактирующего с веществом.

Существуют исследования, анализ результатов которых показывает, что адгезия не зависит от химической природы твердых материалов, поверхности которых выполнены одинаковой шероховатости. Не влияет на величину адгезии гидрофобность твердого материала.

Обе теории имеют свои теоретические и экспериментальные подтверждения, следовательно, полученные различные выводы, возможно, говорят о недостаточной изученности такого явления природы, как адгезия.

В связи с этим нами проводятся исследования по выявлению того факта, зависит ли величина адгезии от химического состава материала, контактирующего с грунтом? И на основании экспериментально полученных результатов можно выявить истинную природу адгезии.

УДК 62-83-52

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ В БЕЗДАТЧИКОВОМ ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНОМ ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ

Ю.Н. МИТРОФАНЕНКОВ

Научный руководитель А.Е. МАЛИНОВСКИЙ д-р техн. наук, проф.  
Государственного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ТУ)»  
ф-л в г. Смоленске  
Смоленск, Россия

Одна из особенностей вентильно-индукторного электропривода ВИП в традиционной комплектации – наличии датчика положения ротора. Устранение этого недостатка достигается использованием специальных алгоритмов бездатчикового управления электроприводом.

На основании конструктивного сходства вентильно-индукторного двигателя (ВИД) и индукционных датчиков положения ротора предлагается для построения бездатчикового ВИП использовать ВИД и в качестве двигателя и в качестве датчика углового положения одновременно. Для определения углового положения ротора двигателя используется технология применяемая в индукционных датчиках положения.

При использовании 6-фазного ВИД в бездатчиковом ВИП определение углового положения производится следующим образом: при включенных фазах E, F (применяется парная коммутация фаз двигателя) в одной катушке фазы A (полуфазе) производится модуляция на частоте 10 кГц синусной составляющей квадратуры тока, в полуфазе фазы B – косинусной составляющей квадратуры тока. Для исключения влияния токов фаз A и B на электромеханическую характеристику величина модулируемого тока как минимум на порядок меньше номинального значения. В результате в магнитной системе ВИД создается пульсирующий на частоте 10 кГц магнитный поток. Так как магнитная проводимость в зазоре под полюсами фаз различна и зависит от углового положения ротора двигателя, то фаза магнитного потока зависит от углового положения вала двигателя.

Пульсирующий поток в отключенных фазах (фазы C,D) наводит ЭДС частотой 10 кГц. Фаза ЭДС несет информацию об угловом положении ротора двигателя.

Результаты моделирования в среде MATLAB 2008 подтвердили работоспособность рассмотренной технологии. Разработанная технология определения углового положения ротора двигателя дополняет уже существующие и может использоваться в бездатчиковом ВИП для управления коммутациями фаз.

УДК 004.8  
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСТАНОВКИ ИМИТАЦИОННЫХ  
ЭКСПЕРИМЕНТОВ И АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ

И.И. МЕЛЬНИКОВ, К.В. ЗАХАРЧЕНКОВ  
Научный руководитель А.И. ЯКИМОВ, канд. техн. наук, доц.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Программный комплекс (ПК) для автоматизации постановки имитационных экспериментов и анализа результатов имитационного моделирования предназначен для ввода параметров модели производственно-экономической деятельности предприятия ОАО «Обувь», построения планов экспериментов и анализа результатов имитационного моделирования. ПК разработан с целью эксплуатации имитационных моделей пользователями, не являющимися специалистами в области имитационного моделирования и программирования, в частности, руководителями ОАО «Обувь».

Разработанный ПК состоит из трех основных модулей: модуля ввода параметров модели (исходных данных); модуля проведения имитационных экспериментов; модуля обработки результатов имитационных экспериментов и их анализа.

Перед проведением имитационных экспериментов пользователю необходимо ввести исходные данные для моделирования. Для этого он использует ручной ввод с помощью удобного графического интерфейса, либо загружает файл с исходными данными модели и редактирует их. Разработанный программный комплекс интегрирован в информационную систему промышленного предприятия, что обеспечивает возможность загрузки массивов данных для моделирования непосредственно из информационной системы. Исходные данные сохраняются в файле данных модели.

После ввода исходных данных пользователь переходит к проведению имитационных экспериментов. На данном этапе формируется план эксперимента, загружаются параметры модели из созданного ранее файла данных модели, и проводятся имитационные эксперименты. По окончании имитационных экспериментов исполняемый файл модели формирует файл с результатами эксперимента.

Для отображения динамики изменения откликов модели используется модуль обработки результатов имитационных экспериментов, обеспечивающий графическое представление результатов моделирования. Данный модуль обеспечивает возможность оценки динамики изменения откликов, а также попарного сравнения результатов имитационных экспериментов при разных исходных данных.

УДК 625.8  
МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАРАБОТКИ ОКУПАЕМОСТИ,  
ПРИБЫЛЬНОЙ И УБЫТОЧНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ  
И ДОРОЖНЫХ МАШИН

В.В. КУТУЗОВ  
Научный руководитель А.Н. МАКСИМЕНКО, канд. техн. наук, доц.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

В настоящее время при приобретении строительных и дорожных машин (СДМ) оцениваются не только технические показатели, но и экономические, а именно затраты связанные с их эксплуатацией и потенциальная прибыль которая может быть получена от их работы. Покупатель должен оценивать при какой наработке окупятся его затраты, и машина начнет приносить прибыль, а также при какой наработке необходимо будет списывать или проводить ремонты. Для определения данных наработок необходима информация о стоимости машины, затратах на эксплуатацию, прибыли получаемой от единицы выполненной работы и технических характеристиках машины. С учетом того, что большинство из этих значений изменяется с увеличением наработки с начала эксплуатации, для точной оценки, также важно знать и интенсивность их изменения.

Проведенные исследования позволили определить данные показатели и интенсивности их изменений для основных типов СДМ в зависимости от их наработки с начала эксплуатации. Что позволяет определить значения наработки окупаемости, получения максимальной прибыли, ремонта или списания машины.

Нарботка окупаемости определяется когда прибыль от работы СДМ за вычетом стоимости машины и затрат на эксплуатацию равна нулю. С учетом того, что в процессе эксплуатации прибыль до определенной наработки растет, а затем уменьшается, наработка соответствующая максимальной прибыли будет соответствовать нулевому значению производной функции прибыли от наработки. Нарботка списания будет соответствовать значению когда затраты на поддержание и восстановление будут превышать получаемую прибыль.

Анализ изменений выходных параметров после ремонта с учетом стоимости ремонта позволяет определять целесообразность и наработку проводимых мероприятий по поддержанию, восстановлению работоспособности и списанию СДМ.

Учет и анализ количественных изменений прибыли для конкретной машины требует большого количества данных и расчетных операций, что целесообразно выполнить с использованием информационных технологий.

УДК 629.3.032

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ДВИЖИТЕЛЯ

Н.Н. ЛУКАШКОВ

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

В настоящее время, использование имитационного моделирования основанного на математических моделях активно применяется в различных отраслях промышленности. Имитационное моделирование на ЭВМ является одним из наиболее мощных средств исследований, в том числе, сложных динамических систем. Такое моделирование дает возможность изучать системы, натурные эксперименты с которыми, из-за соображений дороговизны не целесообразны или реализация которых не возможна или затруднена.

Имитационное моделирование позволяет проводить виртуальные эксперименты с еще только проектируемыми системами. Так, например, для обеспечения требуемых показателей шины, на стадии проектирования конструктору необходимо принимать решения по оптимизации конструкции и распределения материалов в шине с учетом важных параметров (сцепление с дорожным покрытием, снижение шумовых характеристик, снижение потерь на качение и пр.). Таким образом, становится необходимым создание имитационных моделей пневмошины.

Предлагается имитационная модель пневмоколесного движителя, учитывающая физико-механические свойства каждого элемента шины. Пневматическая шина разбивается на множество элементов, связь между которыми реализуется в виде уравнений упругих связей. Уравнения взаимодействия между элементами шин, а также между элементами опорной поверхности шины и дороги записываются в символьном виде. Решение системы дифференциальных уравнений осуществляется методом Рунге-Кутты второго порядка с коррекцией по средней производной. Пошаговое решение полученной системы дифференциально-алгебраических уравнений численными методами, позволяет определить значения ускорений, скоростей и перемещений, текущее положение каждого элемента шины, представить полученную информацию в удобном виде.

Использование графического интерфейса наряду с алгебраическими уравнениями позволяет визуализировать получаемые результаты расчета и повысить информативность модели.

УДК 658.012.011.56

## ВИЗУАЛЬНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

В.Г. МАСЛАКОВ, Д.М. АЛБКЕИРАТ

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

Задачи поиска рациональных решений при управлении предприятием зачастую могут быть решены с помощью имитационных моделей (ИМ). Однако значительная трудоемкость построения таких ИМ требует автоматизации этапов их создания. Одним из путей автоматизации является визуальное программирование.

Имитационная модель в программе Designer строится с помощью компонентов, которые представляют собой процессы или объекты. Каждый из них может иметь произвольное количество входов и выходов, через которые передаются данные. Описание модели начинается с формализации всех объектов и описания их в программном коде на языке C#. Программа имеет возможность сохранять шаблоны объектов и использовать их с различными параметрами. Визуальное составление модели выполняется в окне Designer Board. С помощью кнопки *Add Activity* добавляются элементы в модель. Окно *Activity Setup* содержит следующие вкладки: I/O (указываются имена входов и выходов), Parameters (указываются изменяемые параметры), Code (описывается программный код).

Обязательным каркасом для компонента является код `ComponentRuntime{}`, который при компиляции модели преобразуется в объявление класса с уникальным именем и наследованием базового для всех объектов класса `ComponentRuntime`. Коммуникация между модулями осуществляется с помощью заранее определенных в данном классе методов, которые переопределяются в программном коде объекта. Например, для инициализации объекта используется перегружаемый метод `public virtual ActionResult ComponentInit();` за исполнение событий отвечает метод `public virtual ActionResult CustomEvent(int eventId);` метод `protected virtual float ProbeValueSourceSize(int connectorIndex)` возвращает величину количественной сущности, которую объект может выдать на указанный выход в данный момент.

В ходе выполнения модели участвует так называемый планировщик, который содержит в себе все события, которые должны быть выполнены.

С помощью программы Designer построена ИМ производственной деятельности предприятия общественного питания для использования и доопределения неспециалистами по имитационному моделированию.

УДК 621.3  
РАЗРАБОТКА СТЕНДА 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

Для исследования электромеханических характеристик систем с распределенными параметрами (СРП), проверки адекватности их математического описания разработан экспериментальный стенд с линейной структурой, каким можно считать грузоподъемные установки, которые играют одну из решающих ролей в современной промышленности. В качестве СРП в испытательном стенде использована пружина с невысоким коэффициентом упругости, внутри которой натянута струна для отсутствия эффекта провисания. Расположение установки может быть горизонтальным, наклонным или вертикальным. В качестве примера рассмотрено горизонтальное расположение установки.

Для приведения установки в движение применяется двигатель постоянного тока ПБС–22 мощностью 950 Вт. Частота вращения двигателя регулируется при помощи тиристорного преобразователя Э–6. В качестве первичного датчика, позволяющего определить мгновенное значение тока, протекающего через якорь двигателя, используется шунт RS1.

Зависимость между напряжением задания задающего воздействия и частотой колебаний СРП – прямопропорциональная и коэффициент пропорциональности определяется эмпирически и равен  $K \approx 0,1483 (B \cdot c)^{-1}$ .

Для исследования электромеханических характеристик СРП экспериментальный стенд снабжен комплектом измерительных устройств. Для упрощения дальнейшей обработки полученной информации существует связь системы измерения с персональным компьютером и возможность сохранения получаемых данных.

Для получения информации о токе двигателя используется программно-аппаратный комплекс. Аппаратная часть представлена сенсорным модулем. Для разработки управляющих программ используется среда программирования Softune Workbench for FR-microcontroller. Программирование контроллера осуществляется при помощи комплекта программ Strim-Shell. Результаты преобразования перенаправляются в ПЭВМ, где в последующем может производиться их дальнейшая обработка.

В результате эксперимента получено, что при резонансе ток двигателя возрастает примерно в 2–2,5 раза, что требует выбора практически всех элементов электрической схемы с соответствующим запасом.

УДК 625.08  
ПРИМЕНЕНИЕ ВИБРОМЕХАНИЗМОВ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО  
ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
УПЛОТНЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

А.Л. МАЛАХОВ

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

Одним из важнейших условий строительства дорог является долговечность покрытия и сохранение его несущих свойств на протяжении длительного срока. Уплотнение является завершающей операцией строительства дорожного покрытия.

Критерием эффективности уплотнения можно считать достижение требуемой плотности в сочетании с минимальными ресурсозатратами. Наиболее эффективным и производительным способом уплотнения является укатка виброкатками. Применение вибрации позволяет, во-первых, существенно снизить массу катка, а во-вторых, расширить диапазон эффективного применения машины. На существующих дорожных виброкатках используется принцип центробежного генерирования вибрации, когда внутри валцов катка вращается груз со смещенным центром тяжести – дебалансный механизм. При этом возникающие центробежные силы направлены по вертикали. Такая схема применяется практически на подавляющем большинстве вибрационных катков в настоящее время.

Однако, как показала практика, такая схема передачи вибрации на уплотняемый материал нежелательна при уплотнении материала виброкатками вблизи фундаментов, электрокабелей, трубопроводов, мостов и т.д.

Предлагается конструкция вибратора для генерирования горизонтальных колебаний. При работе виброкатков с горизонтальными вибромеханизмами, в отличие от классических дорожных виброкатков с обычной схемой генерирования вибраций, вертикальные ударные нагрузки не возникают, отсутствует передача вибраций на рабочее место оператора, снижается его утомляемость, исключается разрушение уплотняемого материала, снижается уровень вибрационных нагрузок на объекты, расположенные вблизи проведения уплотняемых работ. Применение предложенных механизмов позволяет существенно снизить возникновения трещин в материале покрытий, значительно облегчить операции окончательной отделки поверхности покрытия.

УДК 621.878.6  
ОЦЕНКА ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ В ГИДРОСИСТЕМЕ ОДНОКОВШОВОГО  
ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА МОАЗ-4048

А.Е. НАУМЕНКО

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

Потери энергии в гидросистеме гидрофицированной строительной дорожной машины разделяются на потери энергии на преодоление гидравлических сопротивлений трубопроводов и гидроаппаратов и потери энергии за счёт объёмных потерь рабочей жидкости.

На потери энергии на преодоление внутренних сопротивлений будут оказывать влияние и параметры самой гидросистемы, такие как параметры трубопроводов, параметры насосной станции и рабочего оборудования, так и внешние факторы, такие как режим работы гидросистемы и температура окружающей среды.

Потери энергии за счёт объёмных потерь рабочей жидкости обуславливаются наличием утечек между сопрягаемыми элементами гидроаппаратов гидросистемы, которые приводят к тому, что не весь объём жидкости, подаваемой насосной станцией, используется для приведения в действие гидродвигателей.

Основными критериями потерь энергии в гидросистеме можно считать потери мощности в гидросистеме за какой-либо промежуток времени и КПД гидросистемы. Однако часть строительной-дорожной машин являются машинами циклического действия (погрузчик, скрепер, экскаватор и т.п.). При работе таких машин за один рабочий цикл приводятся в действие различные гидродвигатели и рабочая жидкость движется по различным гидравлическим контурам. Оба вида потерь энергии в гидросистеме в этом случае изменяются в процессе одного рабочего цикла. В этом случае критериями для оценки потерь энергии удобно принимать среднецикловые потери мощности в гидросистеме, а также среднецикловой КПД.

В результате оценки потерь энергии в гидросистеме одноковшового фронтального погрузчика МоАЗ-4048 при усреднённых условиях работы для различных гидравлических масел при различной температуре окружающей среды и различном износе гидрораспределителя получены расчётные зависимости среднецикловых потерь мощности и КПД гидросистемы от температуры рабочей жидкости. Используя полученные зависимости сделана оценка целесообразности применения рассмотренных типов гидравлических масел в гидросистеме погрузчика МоАЗ-4048 и рекомендован диапазон температур, в котором значение КПД будет максимально, а потери энергии в гидросистеме минимальны.

УДК 62-83  
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО–ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ КОРРЕКЦИЯ СИСТЕМ  
ПОДЧИНЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ С УПРУГИМИ СВЯЗЯМИ  
ПРИ ПОМОЩИ ПИД–РЕГУЛЯТОРА

С.В. КОЛЬЦОВ, К.В. ОВСЯННИКОВ, И.С. СТАСЕНКО

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

К электроприводам механизмов повторно-кратковременного режима работы зачастую предъявляется требование быстрого времени протекания переходных процессов. При этом часто имеет место ограниченная жесткость связи между двигателем и рабочим органом механизма, или между составными частями рабочего органа. При настройке регуляторов стандартными способами возникают колебания в механической части и это приводит к повышенному износу установки, ухудшению энергетических показателей электропривода, а зачастую и вовсе делает систему неустойчивой.

С целью подавления негативных колебаний были предложены новые методики настройки контуров, в частности последовательно-параллельный метод. Суть данного метода заключается в том, что в стандартную многоконтурную систему вводятся дополнительные корректирующие устройства, связывающие внутреннюю обратную связь со входом регулятора внешнего контура. Как показали исследования, это улучшает динамику переходных процессов.

Рассмотрим настройку корректирующего устройства по ПИД схеме. Следует заметить, что настройка таких устройств сложна, и существует ограниченное количество способов синтеза таких корректирующих устройств. В данном случае можно применить модальный метод и качество настройки оценивать по действительной части наибольшего корня характеристического полинома замкнутой системы. Для двухконтурной системы автоматического регулирования скорости передаточная функция содержит 4 независимые переменные в неявной форме. Такое уравнение сложно для решения из-за чего необходимо применить приближенные методы расчета. В первую очередь ограничили коэффициенты регулятора. Далее методом последовательного перебора нашли параметры корректирующего устройства, при которых получается наибольшая степень устойчивости системы. В результате получили удовлетворяющий техническим требованиям переходный процесс с высоким быстродействием и перерегулированием менее 10 %.

Следует заметить, что с увеличением величины интегральной составляющей в регуляторе возрастает статическая ошибка привода. Таким образом, регулятор, построенный по ПИД схеме, можно заменить на ПД–регулятор, что не влечет за собой значительного изменения времени регулирования.

УДК 621.3  
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛОВОГО ЭЛЕКТРОННОГО  
МОДУЛЯ ДЛЯ АСИНХРОННЫХ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ  
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В ЭЛЕКТРОМЕХАТРОННОМ ИСПОЛНЕНИИ

О.А. КАПИТОНОВ, В.Т. ВИШНЕРЕВСКИЙ  
Научный руководитель О.Н. ПАРФЕНОВИЧ, канд. техн. наук, доц.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Целью данной работы является разработка и исследование силового электронного модуля для электродвигателей по конструктивному исполнению ДАС, специально предназначенных для регулирования скорости вращения ротора изменением напряжения на обмотке статора.

Силовой электронный модуль должен включать в себя малогабаритный, по размерам совместимый с клеммной коробкой электродвигателя регулятор напряжения. Известны различные схемы силовой части систем управления регулируемых асинхронных электроприводов, с помощью которых осуществляется регулирование скорости асинхронного электродвигателя путем изменения напряжения, подводимого к обмотке статора электродвигателя.

Для устранения присущих известным вариантам недостатков были предложены 3 новых варианта реализации регуляторов напряжения: с широтно-импульсным методом регулирования, с отсечкой реактивной мощности и с фазовым регулированием напряжения и фильтром на полярных конденсаторах.

Для выбора оптимального варианта реализации регулятора напряжения были разработаны математические и компьютерные модели предлагаемых конструкций регуляторов напряжения.

В ходе анализа результатов компьютерного моделирования была выбрана для последующей конструктивной реализации система с фазовым регулированием и фильтром на полярных конденсаторах.

Для доказательства возможности работы полярных конденсаторов на переменном токе при специальных схемах включения был собран испытательный стенд и проведен ряд экспериментов.

В результате проведенных компьютерных и экспериментальных исследований была разработана конструктивная реализация силового электронного модуля, включающая в себя силовую часть регулятора напряжения и систему управления. Разработанный модуль предназначен для установки непосредственно в электродвигатель, в габаритах, соответствующих слегка увеличенной клеммной коробке.

УДК 621.926  
К ВОЗМОЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ШТИФТОВОГО СПОСОБА  
ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

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

Широкий спектр свойств строительных материалов и особенностей их переработки требует поиска новых механизмов воздействия на исходные компоненты с целью более полного использования их потенциальных возможностей, определяемых генезисом структуры и химической активностью.

Авторами представляется разработанный в последнее время новый способ измельчения – штифтовый. Основу его составляют элементы собранные в параллельные между собой пучки, пряди или волокна, выполненные из проволоки или стержней и производящие воздействие на обрабатываемые материалы своими торцевыми поверхностями. Для ряда практических применений это могут быть металлические щетки, которые широко применяются в машиностроении.

Такой способ измельчения обеспечивает получение ряда дополнительных эффектов: минимизации размеров измельчаемых элементов, разрушение ударом со сдвигом, повышенной энергонапряженностью, максимально высоким числом единичных актов разрушения, высокой износостойкостью. Это расширяет технологический диапазон возможностей дезинтеграторных переделов при производстве многих видов строительных материалов.

Создаваемые аппараты, находящиеся в настоящее время в начальной стадии своего становления, по нашему мнению, могут быть использованы в качестве высокоэффективных технических средств для комплексной переработки ряда строительных материалов: тонкого и сверхтонкого помола минерального сырья, помола алюминиевой пудры, помола цемента, диспергирования лакокрасочных составов, приготовления различных суспензий, паст, шликерных масс, механоактивации различных компонентов, качественного смешивания, совмещения нескольких процессов в одной рабочей камере, например, помола и смешивания, помола и сушки, проведения обогащительных процессов и т.д.

В докладе изложены основные положения штифтового способа измельчения, показаны его преимущества и недостатки, рассмотрены некоторые варианты технологических процессов на основе нового оборудования, дан прогноз развития штифтовых аппаратов и обоснованы области их рационального использования.

УДК 658.512  
МЕТОДЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ  
СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А.А. СЛАВИНСКИЙ

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

Алгоритм диагностирования – правильная его разработка определяет успех всего проекта в целом. Успех же алгоритма определяет, в большей степени, входная информация, которой мы располагаем при его составлении. Требуемые сведения об объекте можно получить, используя уже накопленные данные, а также путем проведения своих собственных экспериментов, как практических, так и теоретических. Практические эксперименты позволяют нам ознакомиться с функционированием объекта диагностирования и происходящими в нем процессами. Степень ознакомления, в этом случае, напрямую зависит от регистрирующей аппаратуры. Поэтому получение широкого спектра информации весьма затратно. Наибольшую ценность представляет уже накопленная информация, например, заводом-изготовителем, но это бывает крайне редко. Компенсировать отмеченные недостатки (получить широкий спектр информации при минимальных затратах) позволяет метод проведения экспериментов на теоретической модели исследуемого объекта. Главный недостаток данного метода: трудоемкость, а порою и невозможность описания реально происходящих процессов. Однако в последнее время широкое распространение получают программные комплексы, позволяющие моделировать на объектном уровне, один из которых «DSHplus». Это инструментальное программное средство, библиотека которого содержит гидравлические, пневматические, механические и электрические компоненты, имитирующие поведение реальных технических устройств. Кроме того математическое описание компонентов очень подробно. Поэтому имитационные эксперименты в системе «DSHplus» обеспечивают максимальное приближение к реальному поведению объекта моделирования, что, в целом, повышает эффективность теоретических экспериментов.

Полученная имитационная модель, кроме необходимых внешних и внутренних утечек, учитывает влияние нерастворенного воздуха, а гидравлические емкости линий, полостей гидроцилиндров и модуль объемной упругости корректируются в зависимости от состояния объекта. Полученная в результате теоретических экспериментов информация в совокупности с ранее проведенными практическими экспериментами создают выборку входных данных для составления алгоритмов диагностирования.

УДК 004.8  
МОДИФИКАЦИЯ ПРОГРАММЫ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ  
БИЗНЕС – ПРОЦЕССОВ ОАО «ОБУВЬ»

К.В. ЗАХАРЧЕНКОВ, И.А. ЕМЕЛЬЯНОВ, О.А. ЖУКОВА

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

Имитационная модель производственной деятельности ОАО «Обувь» представлена в виде набора описаний процессов, каждый из которых соответствует определенному классу в программной реализации модели. Алгоритм функционирования имитационной модели представлен последовательным взаимодействием процессов и управляющей программы моделирования, в результате чего достигается полное соответствие компонентов реальной системы и ее имитационной модели, когда каждому компоненту объекта моделирования соответствует свой процесс в имитационной модели.

Декомпозиция системы на компоненты проведена согласно функциональной схеме производственно-экономической деятельности ОАО «Обувь». Функциональные действия объединены по принадлежности к одному реальному компоненту системы. Показателем качества моделируемой системы принято финансово-экономическое состояние предприятия. Расчет показателей базируется на использовании бухгалтерского баланса, отчета о прибылях и убытках, отчета о движении денежных средств.

Имитационная модель производственно-экономической деятельности ОАО «Обувь» разработана на основе базовой имитационной модели (БИМ) функционирования промышленного предприятия в соответствии с концепцией MRPII. Несоответствие функционированию ОАО «Обувь» заключается в том, что в БИМ время и объемы отгрузок произведенной продукции генерируются случайным образом, а в имитационной модели производственно-экономической деятельности ОАО «Обувь» отгрузки производятся в соответствии с заданным графиком. Для устранения этого несоответствия произведена модификация бизнес-процессов, моделирующих генерацию и выполнение отгрузок продукции.

Проблема инициализации начальными значениями бухгалтерских счетов при прогоне имитационной модели решена введением новых переменных в БИМ. Модификация коснулась процесса получения исходных данных модели: добавлены параметры, представляющие собой начальные значения бухгалтерских счетов. Благодаря модификации процесса получения исходных данных при прогоне имитационной модели достигнуто сокращение длины переходного процесса.

УДК 621.3  
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СКОРОСТИ  
ВРАЩЕНИЯ РОТОРА АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ  
ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ТИРИСТОРНЫМ  
РЕГУЛЯТОРОМ НАПРЯЖЕНИЯ

Е.В. ЕФИМЕНКО  
Научный руководитель О.Н. ПАРФЕНОВИЧ, канд. техн. наук, доц.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Существует множество способов получения информации о скорости вращения ротора асинхронного двигателя (АД), исключающих наличие на валу двигателя электромеханических датчиков (тахогенераторов).

На данный момент можно выделить следующие параметрические методы измерения скорости вращения ротора.

1. Способ, основанный на преобразовании сигналов, полученных на дополнительной измерительной обмотке, расположенной в статоре.

Данный метод можно использовать только в ЭП с небольшим диапазоном регулирования. Он требует конструктивной доработки АД.

2. Способ с использованием генератора переменного напряжения высокой частоты, подключённый к одной из обмоток статора.

Этот метод не требует конструктивных доработок двигателя и как следствие предпочтительнее предыдущего.

3. Измеряя токовый сигнал и сигнал напряжения между двумя фазами. Частота вращения ротора в данном методе измеряется по средствам определения фазового сдвига между первыми гармониками напряжения и тока статора. Этот способ применим только до критического скольжения.

Недостаток данной методики в том, что зависимость между фазовым сдвигом и скоростью вращения ротора в зоне скольжений больше критических нелинейна и однозначно не определяется.

4. Метод использования зависимости полного сопротивления электродвигателя от скорости.

Данный метод применим только для двигателей с повышенным скольжением, что является его недостатком.

5. Измерение ЭДС, наводимое полем ротора в обмотках статора в бестоковую паузу.

Недостаток данного метода – при полном открытии тиристоры преобразователя, получение достоверной информации о скорости невозможна.

Таким образом, более совершенный метод параметрического контроля скорости АД в электроприводе с ТРН подлежит разработке.

УДК 629.114.2  
АЛГОРИТМ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ  
ПРИ ИМПУЛЬСНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ТРАНСМИССИЙ МАШИН

В.А. СУДАКОВА  
Научный руководитель Г.Л. АНТИПЕНКО, канд. техн. наук, доц.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Диагностировать механическую трансмиссию целесообразно на стационарном приводном роликовом стенде, гидромеханическую трансмиссию в движении. Использование стендов для машин с гидромеханической трансмиссией не всегда возможно, т.к. установить жесткую кинематическую связь от двигателя до ведущих колес проблематично. Поэтому, диагностирование таких трансмиссий целесообразно в движении.

Суммарный угловой зазор в трансмиссии в импульсном выражении – это разница между накопленным количеством импульсов опорного сигнала за время тестового воздействия и накопленным количеством импульсов при жесткой кинематической связи за это же количество импульсов выходного сигнала.

Фактический угловой зазор в трансмиссии вычисляется следующим образом: на каждом зубе подсчитывается число импульсов, которое не всегда составляет целое число. Алгоритм первичной обработки информации с импульсных датчиков, связанных с ведущим и ведомым валами трансмиссии, при определении фактического суммарного углового зазора должен учитывать дискретность получаемой информации. Задавшись точностью определения суммарного углового зазора равной  $0,5^\circ$ , частота опорного сигнала находится в пределах от 2000 до 2500 импульсов за один оборот входного вала трансмиссии. Следовательно, на высших передачах цена ошибки при округлении импульсов во время подсчета зазора будет высокой.

Чтобы не терять дробную часть импульса, т.к. подсчитываются только целые импульсы, дробная часть на каждом последующем шаге накапливается до целого импульса, и затем считается как целый импульс на следующем шаге. Все время диагностирования на каждом зубе выходной шестерни считается количество импульсов опорного сигнала, но расчет суммарного углового зазора производится только на фазе торможения двигателем.

Предложенный алгоритм обработки первичной информации с импульсных датчиков углового положения ведущего и ведомого валов, обеспечивает необходимую точность при расчете суммарного углового зазора в процессе диагностирования трансмиссии импульсным методом.

УДК 621.878  
ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРИ ОЦЕНКЕ  
ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСМИССИЙ МАШИН

М.Г. ШАМБАЛОВА

Научный руководитель Г.Л. АНТИПЕНКО, канд. техн. наук, доц.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

С развитием современной мобильной техники все больше требований предъявляется к надежности и безотказности систем, обеспечивающих бесперебойную работу машины. Предотвращение поломки основных узлов и выхода из строя машины в целом возможно только при своевременном контроле их технического состояния и выявлении неисправностей на ранних стадиях. Оценку технического состояния возможно проводить непосредственно во время эксплуатации машины, для чего зарубежные производители тяжелой, строительной-дорожной техники оснащают ее встроенными системами диагностирования на базе бортового компьютера.

Однако применение бортового компьютера для диагностики таких сложных систем, как трансмиссия, не всегда является эффективным методом. Это объясняется влиянием движения машины на контролируемый выходной параметр. Поэтому проектирование стационарных компьютерных систем диагностирования является актуальной задачей.

Основополагающим в выборе метода являются затраты на диагностирование и обоснованность необходимости его проведения. Для того чтобы можно было использовать параметр выходного процесса в качестве диагностического, он должен быть однозначным, информативным и технологичным.

Техническое состояние зубчатой передачи оценивается по величине суммарного углового зазора и по кинематической неравномерности вращения выходного вала. Измерение этих параметров целесообразно проводить импульсным методом на неработающей машине, чтобы исключить влияние двигателя и других элементов на точность показаний.

В этом случае для оценки технического состояния элементов трансмиссии можно использовать роликовые тормозные стенды, широко применяемые на станциях диагностики. При этом на стенд достаточно установить аппаратуру для дистанционного измерения углового положения входного и выходного валов трансмиссии на основе считывания штрих-кодов от растровых дисков или лент, наклеиваемых на ступицу ведущего колеса и на маховик двигателя. Такой подход позволяет однозначно оценить техническое состояние зубчатых элементов трансмиссии при небольших капитальных вложениях.

УДК 004.8  
ПОДСИСТЕМА АНИМАЦИИ В МЕТОДИКЕ  
ВИРТУАЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

П.Ю. ЕВДОКИМОВИЧ

Научный руководитель Э.И. ЯСЮКОВИЧ, канд. техн. наук, доц.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Подсистема анимации имеет важное значение в методике виртуальных испытаний. Эта подсистема непосредственно связана с системой имитационного моделирования, в основе которой лежит математическое моделирование, а также подсистемой программного обеспечения курсового движения и вертикальной динамики автомобиля. Подсистема анимации считывает трехмерные образы автомобиля, созданные в программе 3D Studio Max, а также файлы с результатами интегрирования уравнений движения автомобиля. После получения всех исходных данных подсистема анимации выполняет визуализацию испытаний курсовой устойчивости автомобиля.

Важное значение в подсистеме анимации занимает создание трехмерного образа автомобиля. Для создания 3D модели автомобиля используются несколько основных методов моделирования: метод лофтинга и метод полигонального моделирования. Метод лофтинга используется при моделировании каркаса автомобиля. Второй метод используется для создания остальных элементов модели.

Для управления процессом анимации в подсистеме анимации используется метод, называемый кадрированием, при котором объекты располагаются в основных позициях соответствующих ключевых кадров. То есть, после считывания подсистемой анимации исходных данных имитационного моделирования, автомобиль имеет свое строго определенное пространственное положение в момент времени. С помощью построения промежуточных изображений компьютер вычисляет местоположение объекта относительно каждого промежуточного кадра, в результате чего объект плавно переходит с одной позиции в другую.

Для изменения траектории движения объекта возле ключевого кадра используются управляющие регуляторы. В зависимости от анимации, может поддерживаться несколько типов регуляторов ключевых кадров, которые также называются анимационными контроллерами. Среди наиболее распространенных контроллеров можно назвать линейный регулятор, при котором объект перемещается из одного ключевого кадра в другой по абсолютно прямой линии.

УДК 621.3

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ  
ЭЛЕКТРОПРИВОДА

С.А. ДУХАНИН

Научный руководитель А.А. ВИНОГРАДОВ, канд. техн. наук, доц.  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.Шухова»  
Белгород, Россия

Регулирование скорости вращения различных механизмов занимает довольно значимую область в изучении электропривода, причем в настоящее время развитие получил регулируемый электропривод. Раньше для работы использовался постоянный электрический ток, что было не очень удобно и экономично, но с развитием техники стали использоваться регулируемые электроприводы переменного тока, как правило, с асинхронными двигателями, на которых работают около 65 % всех промышленных объектов.

Область применения электроприводов очень перспективна и велика, и может использоваться, в таких отраслях, как: энергетика, коммунальное хозяйство и другие виды промышленности. Одним из основных достоинств использования регулируемого электропривода является снижение потребления электроэнергии, за счет использования не максимальной, а среднесуточной нагрузки в работающих двигателях. При данных условиях работы и сами двигатели повышают свою работоспособность и износостойчивость, так как происходит снижение пусковых токов.

Хотя сейчас идет развитие технологий электропривода, по-прежнему двигатели малой мощности (до 2 кВт) используются без применения электропривода. В последнее время ведется активный выпуск так называемых «компактных двигателей, рассчитанных на минимальные затраты в своем производстве, и при этом на максимальную работоспособность. Сейчас, как и несколько лет назад наибольшим спросом пользуются электроприводы с частотным регулированием.

По результатам прогнозов в 2010 году на европейском рынке из общего числа приводов электроприводы переменного тока составляют 73 %, постоянного тока около 15 %, остальные приходятся на механические и гидравлические электроприводы.

Таким образом, использование электропривода ведет не только к энергосбережению электроэнергии, но и увеличению срока службы самого оборудования.

УДК 614.8:621.9

ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ  
И НАДЕЖНОСТИ ПОЖАРНЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

А.А. ВАТЧЕНКО

Научный руководитель Т.И. ХАЛАПСИНА, канд. техн. наук.  
Учреждения  
«МОГИЛЕВСКОЕ ОБЛАСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МЧС РБ» НПЦ  
Могилев, Беларусь

Успешная борьба с пожарами невозможна без использования надежной высокоэффективной техники. К такой технике относятся, прежде всего, основные пожарные автомобили – автоцистерны, составляющие подавляющее большинство парка основных пожарных автомобилей общего применения. Большинство автоцистерн оснащены пожарными центробежными насосами, от параметров которых зависит успешность борьбы с пожарами.

Изучение основных неисправностей показало, что наиболее подверженными износу частями являются уплотнительный стакан и рабочее колесо, а именно:

– уплотняющая поверхность манжет в уплотнительном стакане изнашивается из-за трения поверхности манжет о вращающийся вал и из-за режущего и царапающего воздействия твердых частиц, находящихся в забираемой воде;

– гидроабразивный износ рабочего колеса осуществляется взвешенными частицами, поступающими в рабочую полость насоса вместе с водой.

Избежать данных неисправностей можно следующими решениями:

– для изготовления манжет и упорного кольца использовать материал, более устойчивый к гидроабразивному изнашиванию;

– обеспечить постоянное смазывание манжет;

– для изготовления рабочего колеса использовать материал, более устойчивый к гидроабразивному изнашиванию.

При внедрении всех предложенных решений можно увеличить срок эксплуатации насоса и уменьшить стоимость на ТО во время эксплуатации, продлить срок работы до капитального ремонта. Применение электроретного покрытия из пентапласта позволяет защитить рабочее колесо насоса от процессов коррозии и абразивного износа, а также увеличить КПД на 4–5 %. При применении самосмазывающихся материалов в конструкциях уплотнений и подшипниковых узлов отпадает необходимость использования смазывающих материалов, что упрощает конструкцию насоса и условия его эксплуатации. Исключение из конструкции насоса масляной ванны и масленки для смазки сальникового узла приведет к уменьшению металлоемкости насоса.

УДК 629.3  
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТРОГАНИЯ С МЕСТА КАРЬЕРНОГО  
САМОСВАЛА ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ 90 ТОНН

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

Высокая производительность и топливная экономичность карьерного самосвала обеспечиваются не только правильно подобранными параметрами двигателя и оптимальным подбором передаточных чисел трансмиссии, но и алгоритмом управления переключением передач. Одним из самых тяжелых режимов для трансмиссии является режим трогания самосвала с места как на первой, так и на передаче заднего хода.

Для исследования влияния алгоритмов системы управления на качество переходных процессов при трогании самосвала с места необходимо создание математической модели процесса функционирования трансмиссии. Математическая модель составлена на основе динамической модели трансмиссии, включающей инерционные, упругие, диссипативные, трансформаторные и фрикционные элементы, а также модели гидродинамического трансформатора. Для оценки температуры нагрева фрикционных элементов модель дополнена уравнениями тепловой динамики. Для оптимизации результатов исследования составлена регрессионная модель, на основе которой составлена целевая функция, позволяющая оптимизировать результаты исследований. В качестве факторов выбраны время нарастания усилия сжатия дисков фрикциона и давления, соответствующие началу и концу нарастания усилия сжатия дисков. В качестве критериев оптимальности выбраны: коэффициент динамичности момента карданного вала, удельная мощность и работа буксования фрикциона.

При трогании с места на первой и передаче заднего хода, параметры включения фрикционов оказывают сходное влияние на значения критериев оптимальности. Наибольшее влияние имеют значения времени нарастания усилия сжатия и давление в конце участка сжатия дисков. Остальные факторы практически не оказывают влияния на изменение критериев. Увеличение давления ведет к уменьшению величины показателей нагруженности, увеличение времени нарастания ведет к снижению коэффициента динамичности и к росту показателей тепловой нагруженности фрикциона.

Оптимальный характер протекания переходных процессов в трансмиссии при трогании с места достигается при плавном замыкании фрикционного элемента, время нарастания усилия сжатия дисков для первой передачи и передачи заднего хода составляет 1,7 и 2,5 с соответственно.

УДК 658.012.011.56  
О КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА  
КРАШЕНИЯ ТКАНЕЙ НАБИВНЫМ СПОСОБОМ

Е.М. БОРЧИК, А.И. СТЕПАНОВ, Д.В. ТРЫНКИН  
Научный руководитель А.И. ЯКИМОВ, канд. техн. наук, доц.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Рациональный выбор ресурсов в производственном процессе крашения тканей набивным способом (ППКТНС) затруднен 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, систематизации информации из документации ОАО «Моготекс» по процессам планирования, проектирования и производства готовых текстильных полотен построена концептуальная модель производственного процесса в нотации IDEF0 и UML-диаграмм.

В соответствии с планом производства и нормами расхода производится уточненный расчет потребности в ресурсах на планируемый период, на основании которой заключаются договоры на поставку сырья, химикатов и красителей для выполнения производственной программы. Сложность заключается в том, что в настоящее время не существует методик расчёта теоретических норм расхода химикатов и красителей в ППКТНС. Расход ресурсов в ППКТНС зависит от множества факторов таких, как параметры окрашиваемой ткани, типы и концентрация красителей, особенности оборудования (марка, скорость работы и т. д.), характеристики шаблона (размер, процент заполнения поверхности цветом и т. д.) и особенности рисунка (площадь/процент заполнения цветом; грунтовитость). Поэтому невозможно сравнить фактический расход ресурсов с теоретическими нормами, проанализировать имеет ли место перерасход.

В концептуальной модели фактическая норма расхода ресурсов в ППКТНС включает теоретическую норму расхода и потери ресурсов. Потери делятся на постоянные (количество красителя, остающееся в насосе, шлангах и шаблоне) и переменные (избыточный объём красителя, сливаемый в канализацию). В процессе печатания ткани может использоваться от 4-х до 16-и цветов. Норма рассчитывается на раппорт (повторяющаяся часть рисунка на ткани) и на каждый цвет. Независимо от процента заполнения ткани цветом постоянные потери для каждого цвета приняты одинаковыми.

Для уточнения концептуальной модели предлагается анализ статистических данных, собираемых непосредственно на самом объекте.

УДК 004.9  
МЕТОДОЛОГИЯ ОБЪЕКТ – PROCESS MODEL КАК АЛЬТЕРНАТИВА  
UML ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

С.А. АЛЬХОВИК  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Успешное создание и эксплуатация имитационных моделей (ИМ) сложных систем требует применения соответствующей методологии и поддерживающих ее инструментальных средств. В настоящее время общепризнанным стандартом в области анализа и проектирования систем является UML (Unified Modeling Language). UML представляет собой язык моделирования общего назначения для преимущественно программных систем. Несмотря на то, что UML содержит механизм профилей, позволяющий создать на его основе специализированный язык моделирования конкретной предметной области, он имеет ряд существенных недостатков, особенно при разработке ИМ: поддержка в основном объектно-ориентированного программирования и проектирования; сложность; структурно-ориентированный подход, при котором описание поведения системы оказывается разбросанным по шести типам диаграмм.

В качестве альтернативы UML может быть использована методология Object-Process Model (OPM) [1]. OPM представляет собой комплексный подход к проектированию систем. В OPM функции, структура и поведение системы отражаются с помощью одной унифицированной модели. Последняя имеет два представления: графическое и текстовое, использующее подмножество естественного языка, – что обеспечивает эффективное взаимодействие разработчиков модели и специалистов в соответствующей предметной области. Возможность изменения уровня детализации представления элементов позволяет моделировать сложные многоуровневые системы. Применение методологии OPM позволяет реализовать двунаправленную связь между визуальной моделью системы и программным кодом на выбранном языке программирования. При этом появляется возможность гибкой кодогенерации с учетом особенностей этого языка и решаемой задачи.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dori, D. Object-Process Methodology – A Holistic Systems Paradigm / D. Dori. – Springer, 2002. – 454 p.

УДК 629.3  
МЕТОДИКА ВЫБОРА ВЕЛИЧИНЫ ПЕРЕКРЫТИЯ ЗОЛОТНИКА  
ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ФРИКЦИОНАМИ  
ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ

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

При разработке гидравлических систем пропорционального управления фрикционами гидромеханической передачи возникает необходимость выбора величины перекрытия золотника исполнительного механизма, как одного из главных параметров. В научной литературе приводятся недостаточно исследований влияния перекрытия золотника на качество процесса регулирования давления на выходе исполнительного механизма. Особенно это касается систем автоматического управления с пропорциональным управлением.

На кафедре «Автомобили» Белорусско-Российского университета совместно с ОАО «Белорусский автомобильный завод» ведется разработка мехатронной системы автоматического управления для карьерных самосвалов БелАЗ грузоподъемностью 45–60 тонн.

При разработке исполнительных механизмов пропорционального управления фрикционами возникла необходимость выбора величины перекрытия золотника. Математическое моделирование не дало однозначного ответа на этот вопрос. Поэтому были проведены натурные испытания различных конструктивных вариантов золотников исполнительных механизмов с различной величиной перекрытия. Испытания проводились на стенде, имитирующем работу фрикциона в гидромеханической передаче.

Исследования показали, что использование золотников исполнительных механизмов с отрицательным перекрытием негативно влияет на качество процесса регулирования. Отрицательное перекрытие золотника обуславливает увеличение утечек рабочей жидкости на регулирующей кромке в процессе регулирования давления, что значительно увеличивает время включения фрикциона при недостаточной подаче гидронасоса. Также из-за увеличения утечек у исполнительного механизма появляется склонность к появлению колебаний давления на этапах быстрого заполнения и регулирования давления, особенно при повышенной температуре масла. При использовании золотников с положительным перекрытием утечки на регулирующей кромке золотника в процессе регулирования давления значительно снижаются. Кроме этого применение разгрузочных канавок на поясках золотника позволяет снизить склонность к появлению колебаний давления на этапе быстрого заполнения и этапе регулирования давления.

О.В. ПУЗАНОВА  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Оценку эффективности выполнения транспортной работы автомобилем с адаптивным управлением по сравнению с программным и командным необходимо осуществлять путем имитации движения модели в реальных условиях эксплуатации. Они существенно отличаются от условий, при которых определяются стандартные показатели.

Исследования эффективности адаптивного управления проведены на примере городского автобуса ЛиАЗ–5256, для которого получены характеристики управления гидромеханической передачей (ГМП) по критериям динамичности и топливной экономичности. Для определения интегральных показателей эффективности (средняя скорость движения на маршруте  $v_{ср}$ , км/ч; средний путевой расход топлива  $Q_{ср}$ , л/100 км; удельный расход топлива  $Q_{уд}$ ; удельная производительность  $W_{уд}$ ) синтезирован ездовой маршрут, в котором учтены все основные параметры внешней среды, характеризующие эксплуатационные условия движения городского автобуса. Определение зависимостей между принятыми показателями эффективности и параметрами характеристик управления ГМП осуществлялось на основе теории планирования эксперимента и регрессионного анализа. В качестве факторов выбраны следующие параметры:  $x_1$  – скорость при переключении с 1-ой на 2-ю ступень коробки передач;  $x_2$  – скорость при блокировании гидротрансформатора на 2-ой ступени;  $x_3$  – скорость при переключении со 2-ой на 3-ю ступень;  $x_4$  – скорость при переключении с 3-ей на 4-ю ступень. Исследования показали, что наибольшее влияние на показатели эффективности автобуса оказывают факторы  $x_2$ ,  $x_3$  и  $x_4$ . Корреляционный анализ взаимной зависимости между показателями эффективности показал, что при решении задачи оптимизации параметров алгоритма управления ГМП в качестве критериев достаточно использовать по одному показателю динамичности и топливной экономичности. При программном автоматическом управлении большинство показателей эффективности не достигают экстремальных значений при изменении факторов в принятых интервалах, т.е. имеются резервы улучшения показателей, а их реализация возможно лишь при использовании адаптивной системы управления.

А. В. ЯРОВАЯ, А. С. БОРИСЕВИЧ  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»  
Гомель, Беларусь

В настоящее время в строительной практике широко используются металлополимерные слоистые стержни, пластины и оболочки. Традиционные конструкционные материалы, например металлы, в значительной мере уступают место полимерным композиционным материалам, а в ряде случаев используются в комплексе с ними. Несущие слои из материалов высокой прочности и жесткости предназначены для восприятия основной части механической нагрузки. Связующие полимерные слои, служащие для образования монолитной конструкции, обеспечивают перераспределение усилий между несущими слоями. Еще одна группа слоев предназначена для защиты от тепловых химических, радиационных и других неблагоприятных воздействий. Такое сочетание материалов позволяет обеспечить надежную работу систем в неблагоприятных условиях окружающей среды.

Рассмотрим изгиб несимметричного по толщине упругого трехслойного стержня со сжимаемым наполнителем, установленного на упругом основании Винклера, под действием вертикальной поверхностной нагрузки. Материалы несущих слоев несжимаемы в поперечном направлении, в наполнителе учитывается его обжатие, деформации малы. Получены аналитические решения, включающие расчетные формулы для перемещений, деформаций и напряжений, проведен их численный анализ.

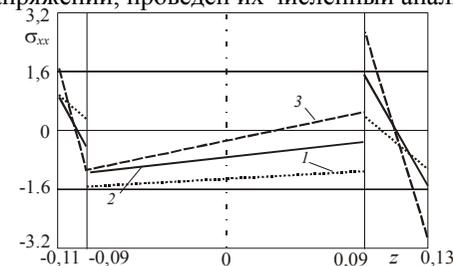


Рис. 1. Распределение нормальных напряжений по толщине стержня: 1 – трехслойный пакет Д16Т–фторопласт–Д16Т; 2 – константы упругости наполнителя уменьшены в 10 раз, несущие слои – сплав Д16Т; 3 – значение модулей упругости несущих слоев увеличено в 10 раз, наполнитель – фторопласт

Уменьшение параметров упругости наполнителя приводит к уменьшению напряжений в нем по величине и резкому их увеличению в несущих слоях. Увеличение модулей упругости несущих слоев вызывает в них рост продольных напряжений, а в наполнителе они при этом уменьшаются по модулю, в тоже время в области, контактирующей с внешним несущим слоем, меняют знак.

С.А. ЯКУНЕНКО  
Научный руководитель В.Н. КРАВЦОВ, канд. техн. наук  
Республиканское унитарное предприятие  
«ИНСТИТУТ «БЕЛНИИС»  
Минск, Беларусь

Учитывая широкое освоение в строительных целях территорий с неблагоприятными инженерно-геологическими условиями, одним из основных направлений современного фундаментостроения является разработка и внедрение ресурсосберегающих методов возведения фундаментов с целью снижения себестоимости работ на предпостроечную подготовку строительных площадок.

Исходя из этого, в РУП «Институт БелНИИС» совместно с ОАО «Стройкомплекс» и ООО «ОиФК» разработаны различные способы упрочнения грунтовых оснований методом вертикального армирования набивными микросваями в буровых и пробитых скважинах, а также методом точечной инъекции и др.

Разнообразие разработанных способов устройства геомассивов позволяет использовать данный метод в различных грунтовых условиях Республики Беларусь с применением технических средств, имеющихся в большинстве ее строительных организаций.

В процессе исследований выполнены:

- опытные работы по оптимизации конструкций инъекторов и скважинообразователей, а также способов устройства скважин;
- подбор оптимальных составов грунтобетона из грунтов Республики Беларусь;
- апробация разработанных технологий, конструкций и оборудования в производственных условиях на строительных объектах с оценкой эффективности (контролем качества) упрочнения грунтовых оснований.

В зависимости от решаемых задач и технологии устройства геомассива, образованные скважины заполняются сыпучим материалом (песок, щебень, ПГС) или грунтобетоном на основе местных грунтов.

Контроль качества упрочненных оснований на строительных площадках подтвердил высокую эффективность предлагаемых решений: модуль деформации упрочненных вертикальным армированием оснований (песчаных и пылеватоглинистых), при оптимальном шаге микросвай за счет армирующего эффекта, повышается в 1,5–2 раза. Зона уплотнения грунта вдоль боковой поверхности микросвай и ниже острия составляет 1–1,5d (d – диаметр микросвай).

Снижение себестоимости нулевого цикла при использовании указанных технологий составляет не менее 15–30 %.

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

Одним из основных и наиболее нагруженных узлов гидромеханической передачи (ГМП) являются многодисковые фрикционы. Работа фрикционов в ГМП имеет свои особенности, к которым относятся:

- обильное смазывание рабочей жидкостью поверхностей фрикционных элементов как с целью охлаждения фрикциона, так и с целью обеспечения стабильного коэффициента трения;
- повышенный тепловой режим во время работы ГМП вследствие нагревания рабочей жидкости до 80–110 °С;
- необходимостью установления рабочего зазора между дисками в выключенном состоянии 0,3–0,6 мм, а поверхности трения не должны касаться друг друга. В противном случае это приведет к значительным потерям мощности и сильному перегреву дисков;
- коэффициент трения с увеличением длительности работы снижается из-за притирания контактирующих поверхностей и некоторого их закоксовывания, что ведет к увеличению времени буксования;
- так как гидротрансформатор не способствует снижению динамических нагрузок при переходных процессах, обусловленных включением муфт, то для этого используют механизмы плавного включения, которые увеличивают время буксования до 0,6–1,2 с. При этом, несмотря на снижение динамических нагрузок и увеличение плавности переключения, происходит сильный нагрев дисков фрикциона.

Таким образом, фрикционы ГМП работают в условиях высокого температурного нагрева дисков. В связи с этим возникает задача определения основных факторов, вызывающих такой нагрев, и степени их влияния, а также выбор методов снижения температуры дисков.

Среди методов снижения температуры дисков можно отметить следующие: выбор оптимальных конструктивных параметров фрикционных элементов – толщины дисков, числа пар трения и площади поверхности дисков, а также использование в дисках пазов специальной формы; применение специальных термочувствительных сталей; поддержание либо автоматически, либо вручную пониженного скоростного режима машинного агрегата двигателя и гидротрансформатора при включении фрикциона.

Е.О. АДАРЧЕНКО  
Научный руководитель А.А. ВАСИЛЬЕВ, канд. техн. наук, доц.  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»  
Гомель, Беларусь

В настоящее время принимается, что величина степени гидратации в любой точке сечения постоянна и изменяется только во времени. Особый интерес представляет исследование степени гидратации цемента образцов сразу после изготовления ( $\alpha_0$ ) с применением тепловлажностной обработки (ТВО).

Для определения  $\alpha_0$  исследовали кубики сечением  $100 \times 100 \times 100$  мм, изготовленные из цемента марки ПЦ 500 активностью  $339 \text{ кг/см}^2$ , нормальной густотой 27, % с В/Ц=0,25...0,4 сразу после ТВО. Для каждого В/Ц испытывали по три кубика.

Степень гидратации цемента определяли по содержанию гидратной воды. Результаты исследований  $\alpha_0$  (средние для 3-х образцов) по сечению образования цементного камня представлены на рис. 1.

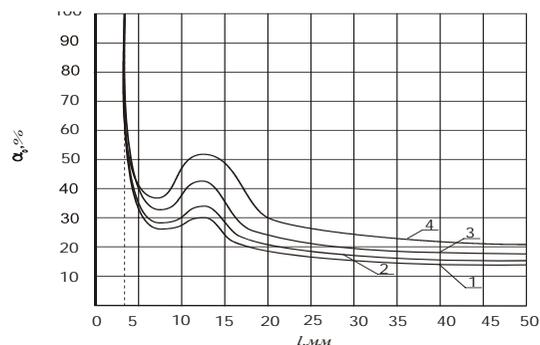


Рис. 1. Изменение степени гидратации цемента по сечению сразу после ТВО: 1–4 – средние значения из трех образцов соответственно для В/Ц = 0,25; В/Ц = 0,3; В/Ц = 0,35; В/Ц = 0,4

Кривые на рис. 1 показывают, что сразу после ТВО величина  $\alpha_0$  по сечению образцов непостоянна и подчиняется сложной зависимости. Для различных В/Ц они носят схожий характер. Для описания полученных экспериментальных зависимостей использовали кусочно-заданные функции, для двух характерных участков сечения ( $l < 15$  мм и  $l \geq 15$  мм). Получили следующие четырехпараметрические уравнения вида:

$$\alpha(l) = \begin{cases} -\beta_3 \cdot l^3 + \beta_2 \cdot l^2 - \beta_1 \cdot l + \beta_0, & l < 15 \text{ мм} \\ \alpha_0 - (\alpha_1 - \alpha_2) \cdot \exp(\alpha_3 \cdot (l - 15)), & l \geq 15 \text{ мм} \end{cases}$$

где  $\alpha_0 - \alpha_3$ ;  $\beta_0 - \beta_3$  – параметры, определяемые методом наименьших квадратов.

О.А. ЯКУБОВСКАЯ  
Научный руководитель В.П. УЛАСЕВИЧ, канд. техн. наук, проф.  
Учреждение образования  
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Брест, Беларусь

Одним из наиболее распространенных путей повышения эффективности производства бетонов является использование различных химических добавок полифункционального действия. Их применение позволяет улучшать технологические свойства бетонных смесей и целенаправленно влиять на процессы гидратации цемента при его взаимодействии с водой, что создает условия для получения бетонов заданного качества и свойств.

В условиях дефицита сырьевых ресурсов особо актуальна разработка добавок для бетонов на основе химически активного недефицитного сырья, являющегося отходом промышленных производств. Это позволяет не только удешевить добавку, но и решить проблемы импортозамещения ее аналогов.

Химическая добавка для бетонов STG-3 получена в процессе утилизации торфяного шлама, образующегося на торфобрикетных предприятиях. Добавка относится к классу растворимых солей органических кислот (гуминовой и фульвой), которые в силу специфики своего строения и наличия большого количества реакционноспособных функциональных групп, модифицируя воду затворения, активно влияют на различные стадии сложного процесса гидратации, структурообразования и твердения цементных систем.

Добавка STG-3 улучшает технологические свойства бетонных смесей, ускоряет твердение цементных композиций, как в нормальных условиях, так и в условиях тепловлажностной обработки, улучшает микроструктуру цементного камня, способствуя повышению его физико-механических свойств. В механизме действия добавки следует особо подчеркнуть изменение структуры и свойств воды затворения, модифицированной добавкой STG-3 (повышение pH и удельной электропроводности, снижение поверхностного натяжения, увеличение степени смачивания цементных зерен и поверхности заполнителя) [1]. Кроме того, добавка STG повышает защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уласевич, В.П. К влиянию суспензии торфяных гуматов на процессы гидратации и твердения цементных систем / В. П. Уласевич, О. А. Якубовская // Вестник БрГТУ. – 2010. – № 1(61): Строительство и архитектура. – С. 104–109.

А.В. ХЕВЕЛЕВА

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

Важнейшей составляющей здорового образа жизни является безопасное жилище. Известно, что человек проводит внутри помещений от 60 до 90 % всего времени. Отсюда становится очевидной главенствующая роль строительной отрасли в ограничении облучения человека природными источниками ионизирующего излучения.

Критерием радиационно-гигиенической оценки безопасности является удельная эффективная активность ( $A_{эфф.}$ ), по которой устанавливается принадлежность материала к 1, 2 или 3 классу и определяются возможные области его использования. Необходимо подсчитать суммарный уровень радиационного фона от всех возможных источников и не допускать, чтобы сумма нагрузок превысила показатель природного фона.

Для решения проблемы радиационной безопасности жилья необходимо учитывать все факторы, действующие на всех этапах строительства. Поэтому контроль материалов и участка застройки необходимо проводить в совокупности и не полагаться на оценку только одного показателя. Предпроектные, проектные и контрольные исследования радиационно-опасных факторов должны включать:

- измерение уровня мощности эквивалентной дозы (МЭД) на участке застройки (допустимые значения не превышают 0,15 мкЗв/ч);
- измерение содержания ЕРН (допустимые значения  $A_{эфф}$  не превышают 370 Бк/кг);
- измерение уровня плотности потока радона (ППР) на участке застройки (допустимые значения не превышают 80 мБк/м<sup>2</sup>с);
- измерение уровня объемной активности радона (ОАР) в жилище (допустимые значения не превышают 100 Бк/м<sup>3</sup> для вновь строящихся зданий и 200 Бк/м<sup>3</sup> для эксплуатируемых зданий);
- измерение уровня МЭД в жилище (допустимые уровни не должны превышать фон на открытой местности более чем 0,2 мкЗв/ч).

Без специальных радиационно-гигиенических исследований и мер защиты невозможно обеспечить полную радиационную безопасность (РБ) производства и применения строительных материалов, создания комфортных условий в помещениях.

В.И. АЛЕКСЕЕВЕЦ

Научный руководитель С.С. ГОМОН, канд. техн. наук, доц.  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»  
Ровно, Украина

Действующие нормы по проектированию деревянных конструкций не учитывают влияние малоцикловых нагрузок на изменение физико-механических свойств материалов и несущую способность нагельных соединений. Также нормы не учитывают реальное изменение напряженно-деформированного состояния и несущей способности элементов, поскольку этот вопрос как теоретически, так и экспериментально не достаточно изучен. Все это говорит о необходимости установить влияние малоцикловых нагрузок на работу нагельных соединений деревянных конструкций.

Исследования гвоздевого симметричного соединения при работе нагеля на изгиб при деформировании соединения вдоль волокон проводилось для установления малоцикловой выносливости. При этом для моделирования совместного действия постоянной и кратковременной ветровой нагрузки общее расчетное время нагрузки составляло  $10^3 \dots 10^4$  с.

Выполненные испытания показали, что малоцикловую выносливость симметричных нагельных соединений составляют нагрузки, каким соответствуют деформации  $0,4\Delta_u$  ( $\Delta_u = 2$  мм – предельные деформации). Кроме того, несущая способность нагельных соединений при малоцикловых нагрузках более чем в два раза превышает несущую способность, определенную нормативными документами. Таким образом, в соответствии с полученными результатами исследований, изменение несущей способности нагельного соединения от действия малоцикловых нагрузок при уровнях  $0,4\Delta_u$  целесообразно учитывать с помощью коэффициента условий его работы, на который необходимо перемножить минимальное значение несущей способности, определяемое согласно действующим нормам. Для отмеченного уровня загрузки коэффициент условий работы нагельного соединения составляет  $\gamma_{сус} = 2,0$ .

Впервые проведены испытания гвоздевых соединений при малоцикловых нагрузках. Установлено что при определении несущей способности нагельного соединения по действующим нормативным документам целесообразно учитывать малоцикловые нагрузки с помощью коэффициента условий работы  $\gamma_{сус}$ .

УДК 624.012

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ,  
ДЕФОРМАТИВНОСТИ И ТРЕЩИНОУСТОЙЧИВОСТИ  
ВНЕЦЕНТРЕННО СЖАТЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ  
ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ДЕЙСТВИИ МАЛОЦИКЛОВЫХ НАГРУЗОК  
СО ЗНАКОПЕРЕМЕННЫМИ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТАМИ

И.И. АЛЕКСЕЕВЕЦ

Научный руководитель Г.Х. МАСЮК, канд. техн. наук, проф.  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»

Ровно, Украина

Методы расчета прочности и деформативности внецентренно сжатых элементов постоянно совершенствуются, однако, методика расчета, рекомендованная действующими нормами проектирования, не учитывает влияние малоциклового знакопеременного характера загрузки на изменение физико-механических свойств бетонов и изменение напряженно-деформированного состояния, прочности элементов, поскольку данный вопрос изучен недостаточно.

Объектом исследований являются железобетонные колонны с номинальными размерами 100x160x3000 мм. В качестве рабочей арматуры применяются стержни из стали класса А400С Ø12 мм, расположенные симметрично. Образцы выполняются из тяжелого бетона класса В25. Для получения физико-механических характеристик бетона из того же замеса изготавливаются бетонные образцы: призмы размером 15x15x60 см и кубы 15x15x15 см.

Новые экспериментальные данные показали, что развитие и стабилизация деформаций зависят от уровней малоциклового нагружения. При малоциклового нагружениях не выше эксплуатационного уровня стабилизация основных параметров происходит после пяти-семи циклов повторных нагрузок. После догрузки элементов выше эксплуатационного уровня на пятом цикле, стабилизация прироста деформаций бетона и арматуры происходит к восьмому циклу.

При исследовании внецентренно сжатых колонн, трещины возникали практически от опоры к опоре. Граница трещинообразования становится (0,2–0,3) $N_c$ , когда эксцентриситет  $e_0$  равен 10 см.

Таким образом, повторные малоциклового нагружения с переменными эксцентриситетами способствуют перераспределению усилий в сечениях внецентренно сжатых железобетонных колонн, увеличивая при этом их прогибы. За действия таких нагрузок с уровнями загрузки  $\eta_n = 0,3$  и  $\eta_b = 0,65$  прогибы возрастают в среднем на 7,2...7,5 % и стабилизируются на шестом-седьмом циклах; при  $\eta_n = 0,3$  и  $\eta_b = 0,8$  прогибы возрастают на 8,7 ... 10,8 % и стабилизируются на девятом-десятом циклах.

УДК 624.012.82

ПОПЕРЕЧНОЕ АРМИРОВАНИЕ КИРПИЧНЫХ СТОЕК СЕТКАМИ В  
ВИДЕ ПЛОСКИХ СПИРАЛЕЙ

А.М. ХАТКЕВИЧ

Научный руководитель В.Д. ГРИНЕВ, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Новополоцк, Беларусь

Эффективным способом повышения сопротивления кладки сжатию является поперечное армирование. Помимо традиционно применяемых сеток из перекрестных стержней и сеток «зигзаг» начали внедряться новые разработки: просечно-вытяжные сетки, стеклопластиковые сетки, армирование предварительно напряженной проволокой с инъецированием и зачеканкой трещин, буроинъекционные шпильки и т.п.

Одним из способов ресурсо- энергосбережения является изготовление сеток из бухт проволоки на гибочных станках без обрезков и использования сварки. Так получают сетки в виде плоских спиралей.

Проводились исследования кладки с поперечным армированием спиральными сетками при кратковременном осевом нагружении на образцах в виде кирпичных призм. Испытывались также неармированные образцы и образцы с армированием традиционно используемыми сетками из перекрестных стержней.

Установлено существенное различие в характере развития трещин. Трещины в образцах, армированных традиционно применяемыми сетками, образовывались и развивались в области пересечения стержней. Объяснить это можно тем, что тонкий слой раствора не способен равномерно передавать давление в местах пересечения стержней, являющихся концентраторами напряжений. Это, в свою очередь, приводит к увеличению изгибающих моментов для отдельного кирпича и созданию перенапряжения от местных сосредоточенных усилий.

Сетка в виде плоской спирали, не имея узлов пересечения, лежит в одной плоскости толщиной, равной диаметру арматуры. Поэтому и давление от одного ряда кладки к другому передавалось более равномерно, вертикальные трещины, возникающие в одном ряду кладки не имели тенденции к развитию по высоте и последующему объединению.

Предел прочности образцов, армированных спиральными сетками, оказался выше, чем у образцов с армированием традиционными сетками.

Проведенные исследования свойств кладки на образцах-столбах позволяют сделать вывод, что спиралеобразные сетки улучшают работу армокаменных конструкций под нагрузкой и могут использоваться для поперечного армирования.

УДК 624.012  
К УТОЧНЕНИЮ ОБЩЕГО ДЕФОРМАЦИОННОГО МЕТОДА РАСЧЕТА  
УСИЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ, РАБОТАЮЩИХ  
НА ИЗГИБ С КРУЧЕНИЕМ

Е.В. ХАМЕНОК  
Научный руководитель Д.Н. ЛАЗОВСКИЙ, д-р техн. наук, проф.  
Учреждение образования  
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Новополоцк, Беларусь

Одним из распространенных видов нагружений, создающих сложное напряженное состояние в элементах железобетонных конструкций, является совместное действие изгибающего и крутящего моментов. В любом конструктивном элементе, работающем на изгиб, возникает кручение за счет случайного эксцентриситета, обусловленного асимметрией сечения, неоднородностью материалов или внецентренным приложением вертикальной нагрузки.

Существует целый класс конструкций (наклонные арки, краевые балки, балки с боковыми консолями, опоры ЛЭП при одностороннем обрыве проводов и т.п.), которые находятся в таком сложном напряженно-деформированном состоянии как изгиб с кручением.

Характер разрушения при изгибе с кручением зависит от формы поперечного сечения, схемы поперечного и продольного армирования, соотношения силовых интенсивностей продольного и поперечного армирования, а также от соотношения ресурса прочности бетона на сжатие и ресурса прочности арматурной стали на растяжение.

В действующих нормативных документах присутствует ряд положений, касающихся оценки прочности при наличии кручения, которые, несмотря на имеющийся опыт проектирования, пока освещены недостаточно и не всегда согласуются с реальной работой железобетона. Тем более отсутствует методика расчета усиленных железобетонных конструкций при изгибе с кручением.

Расширение области применения деформационных методов расчета бетонных и железобетонных конструкций при сложном напряженно-деформированном состоянии, в том числе при изгибе с кручением, является одним из наиболее важных направлений развития теории бетона и железобетона.

Следовательно, дальнейшее изучение характера деформирования и напряженного состояния, а также разработка методики расчета усиленных железобетонных конструкций, работающих на изгиб с кручением с применением диаграмм деформирования материалов является актуальной задачей и имеет важное значение в усовершенствовании расчетных теорий.

УДК 624.012.25  
РАБОТА ЭЛЕМЕНТОВ КОЛЬЦЕВОГО СЕЧЕНИЯ  
ИЗ СТАЛЕФИБРОБЕТОНА ПРИ ПОВТОРНЫХ НАГРУЗКАХ

А.В. АНДРИЙЧУК  
Научный руководитель Е.М. БАБИЧ, д-р техн. наук, проф.  
«ЛУЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»  
Луцк, Ровно, Украина

На данный момент обоснована техническая и экономическая целесообразность использования сталефибробетона (СФБ) для изготовления безнапорных труб с целью их использования при строительстве водогонных сооружений различного назначения. Но надо отметить, что работа элементов кольцевого сечения из СФБ исследована недостаточно. Элементы кольцевого сечения, в большинстве случаев, воспринимают повторные нагрузки, при которых их работа практически не изучалась.

Исследования образцов выполняли по схеме испытание безнапорных труб ("ГОСТ 6482-88 «Трубы железобетонные безнапорные»), используя гидравлический пресс как замкнутую раму, а усилие, с целью необходимой точности создавалось домкратом, измерялось образцовым динамометром (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид испытания СФБ элементов кольцевого сечения: 1 – верхняя опорная плита прессы ПСУ-125; 2 – образцовый динамометр; 3 – домкрат; 4 – металлическая траверса; 5 – опытный образец кольцевого сечения; 6 – резиновый ковер; 7 – нижняя опорная плита прессы ПСУ-125

Анализируя результаты данного исследования, нужно отметить, что элементы СФБ кольцевого сечения с коэффициентом армирования  $\mu = 1,5\%$  имеют такую же прочность, как и элементы из обычного железобетона с типичным армированием, но обладают в два раза большей трещиностойкостью. Опыты засвидетельствовали, что данные элементы можно эксплуатировать, когда повторные нагрузки не превышают 70 % разрушающих.

В.Е. БАБИЧ

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»

Ровно, Украина

Проектирование статически неопределенных железобетонных конструкций рекомендуют выполнять с учетом неупругих деформаций бетона и арматуры, а также наличия трещин, используя метод предельного равновесия. Метод предельного равновесия основывается на таких предпосылках: деформации конструкции к несущей способности должны быть достаточно малы, чтобы можно было пренебрегать изменением геометрических размеров, которые входят в условия равновесия, а усилия в элементах конструкций должны быть ограничены предельными условиями. Относительно неразрезных балок в нормах рекомендуется принимать такие предельные условия:

– для растянутого арматурного стержня

$$\sigma_s \leq R_s; \quad (1)$$

– для нормального поперечного сечения

$$M \leq M_{bou} = R_s A_s z. \quad (2)$$

Целесообразно в расчетах статично неопределенных конструкций с учетом перераспределения усилий ввести предельные условия, исходя из деформационной модели работы материалов. Относительно неразрезных железобетонных балок предельные условия имеют вид:

$$\varepsilon_s \leq \varepsilon_{sR}; \quad \varepsilon_b \leq \varepsilon_{bR} \quad (3)$$

$$M \leq M_{bou} = M_{bu} + M_{su}, \quad (4)$$

Условия равновесия нормального сечения балки при фиксированном значении деформации бетона  $\varepsilon_{b1}$  и высоты сжатой зоны бетона  $x = z_1$  имеют такой вид:

$$M_1 = M_{m,1} = M_{b1} + M_{s1}; \quad (5)$$

$$N_{b1} = N_{s1}, \quad (6)$$

Экспериментальные исследования подтвердили целесообразность устанавливать предельные условия при проектировании неразрезных железобетонных балок в виде (3) и (4).

С.В. ФИЛИПЧУК

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

Ровно, Украина

Замкнутые железобетонные рамы широко используются при строительстве промышленных, гражданских зданий и специальных сооружений (мосты, тоннели, пешеходные переходы, опорные системы первых этажей общественных зданий и т.п.). Они принимают основные нагрузки, которые действуют на здания и сооружения, среди которых подавляющее большинство имеют повторный характер.

В комплексе экспериментальных исследований работы железобетонных рам при действии малоцикловых нагрузок выполнены три серии опытов с замкнутыми железобетонными рамами (11 рам). Согласно методике были проведены экспериментальные исследования, определены механические характеристики бетона и арматуры.

Рамы 1Р-1К, 1Р-2К, 2Р-1К и 3Р-1К нагружали однократно с разрушением. По их результатам определялся уровень повторных нагрузок для следующих рам.

На современном этапе развития теории железобетона для усовершенствования расчета прочности и деформативности нормальных сечений железобетонных элементов предлагается выполнять, с использованием полных диаграмм, деформирование бетона в виде:

$$\sigma_b = R_b \frac{k\eta - \eta^2}{1 + (k-2)\eta}, \quad (1)$$

$$\sigma_b = R_b \sum_{k=1}^s a_k \left( \frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_{bR}} \right)^k. \quad (2)$$

Для ригелей рам первой серии при использовании формулы (2) отношения теоретических значений изгибаемых моментов к экспериментальным составило  $M_{th}/M = 0,96$  при среднем квадратичном отклонении  $\sigma = 0,15$  и коэффициенте переменчивости  $\nu = 0,18$  (18 %). Для формулы (1) соответствующие значения были почти идентичными  $M_{th}/M = 0,93$  при среднем квадратичном отклонении  $\sigma = 0,15$ ; коэффициенте переменчивости  $\nu = 0,16$  (16 %).

Также проверялась несущая способность и напряженно-деформированное состояние ригелей рам, которые подвергались повторным нагрузкам. Для рамы 2Р-3П при использовании формул (2) и (1) отношения теоретических значений изгибаемых моментов к экспериментальным составили 1,01 и 0,98. При этом среднее квадратичное отклонение было соответственно равно  $\sigma = 0,1$  и  $\sigma = 0,09$ , а коэффициент переменчивости  $\nu = 0,1$  (10 %) и  $\nu = 0,09$  (9 %).

УДК 625.855.3

ПРИМЕНЕНИЕ ПОРИСТЫХ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ В НИЖНИХ  
СЛОЯХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

С.А. ТИМОФЕЕВ

Научный руководитель С.Е. КРАВЧЕНКО, канд. техн. наук, доц.

Республиканское дочернее унитарное предприятие

«БЕЛОРУССКИЙ ДОРОЖНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ

ИНСТИТУТ «БелдорНИИ»

Минск, Беларусь

Одной из причин, вызывающих преждевременное разрушение покрытий автомобильных дорог, является несоответствие качества асфальтобетонных применяемых для устройства нижних слоев покрытий.

В настоящее время для устройства нижних слоев покрытий автомобильных дорог применяются пористые и высокопористые крупно- и мелкозернистые асфальтобетоны.

Существующие требования к зерновому составу минеральной части этих асфальтобетонов имеют довольно широкий диапазон по верхней и нижней границам, по сравнению с плотными асфальтобетонами, а, соответственно, не предусматривают жестких рамок к составу, в частности, по содержанию щебня (от 35 до 73 %). Требования к зерновому составу пористых смесей не варьируются в зависимости от категории дороги, класса и интенсивности приложения расчетных нагрузок. Физико-механические свойства пористых асфальтобетонов нормируются только по семи показателям: пористость минерального остова, остаточная пористость, водонасыщение, набухание, коэффициент водостойкости при длительном водонасыщении в агрессивной среде после 14 суток. Прочностные же характеристики у асфальтобетонов из мелкозернистых смесей нормируются только по пределу прочности при сжатии (при 20 °С и 50 °С). Предел прочности при сдвиге при 50 °С и предел прочности при растяжении при 0 °С не нормируются, хотя максимальные растягивающие напряжения от транспортной нагрузки возникают именно в нижней зоне покрытия. Как следствие, пористые асфальтобетоны имеют недостаточные прочностные характеристики по растягивающим и сдвигающим напряжениям и разрушаются под действием современных транспортных нагрузок.

Увеличение нагрузки на ось транспортных средств и повышение интенсивности движения приводят к необходимости переходить к более плотным асфальтобетонам и в нижних слоях с приближением их по составу к обычным плотным асфальтобетонам. Разработка специальных составов асфальтобетонов для устройства нижних слоев покрытий, устойчивых к воздействию современных транспортных нагрузок, и назначение численных значений критериев прочности при растяжении и сдвиге позволят увеличить срок службы покрытий транспортных коридоров.

УДК 624.012

ИССЛЕДОВАНИЕ АНКЕРОВКИ СТЕРЖНЕЙ, ОБРЫВАЕМЫХ  
В ПРОЛЕТАХ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Е.Е. БАБИЧ

Научный руководитель Е.М. БАБИЧ, д-р техн. наук, проф.

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»

Ровно, Украина

Исследования работы железобетонных изгибаемых элементов с использованием арматуры серповидного профиля выполнено очень мало, а особенности анкеровки стержней, которые в соответствии с эпюрой материалов обрываются в пролетах, практически не рассматривались. Поэтому выполнены исследования работы изгибаемых элементов (моделей балок), армированных двумя стержнями, один из которых в разных образцах обрывался в месте теоретического обрыва (балки БО-0), на расстоянии  $5d$  (балки БО-5) и  $10d$  (балки БО-10). В контрольных балках Б-1 и 2 оба стержня располагались на всей длине балок.

Экспериментальные балки имели поперечное сечение  $100 \times 200$  мм и расчетную длину 1500 мм. Балки армировались двумя стержнями серповидного профиля класса А500С диаметром 12 мм, расположенными в два ряда по высоте. Призмная прочность на время испытаний составила  $R_b = 27,3$  МПа, прочность на растяжение –  $R_{bt} = 4,5$  МПа, а предел текучести арматурных стержней –  $\sigma_y = 498,8$  МПа.

Балки испытывались в специальной установке по схеме чистого изгиба. В процессе испытаний измерялись: проскальзывание стержней относительно торцов балок, проскальзывание в бетоне стержней, которые обрывались в пролетах, деформации концевых участков стержней, прогибы балок, а также деформации крайнего сжатого волокна бетона и деформации арматуры в середине пролетов балок.

Контрольные балки Б-1 и 2 разрушились по нормальным сечениям при среднем значении изгибающего момента  $M_u = 12,87$  кНм. Также по нормальным сечениям разрушились балки БО-5 и БО-10 при значении моментов, соответственно равных  $M_u = 12,37$  и  $13,72$  кНм. Таким образом, при анкеровке обрываемых стержней длиной  $5d$  и  $10d$  не повлияло на прочность нормальных сечений. Балки БО-0 разрушились по наклонным сечениям, причем наклонные трещины расположились непосредственно по торцам оборванных стержней. Разрушающий момент для балок БО-0 составил  $M_u = 11,51$  кНм (на 11 % меньше контрольных балок).

Исследования показали, что при армировании изгибаемых железобетонных элементов арматурой серповидного профиля для обрываемых стержней достаточно заводить их за теоретическое место обрыва на  $10d$ .

И.Н. БЕЙ  
Научный руководитель В.В. МУХИН, канд. техн. наук, доц.  
Учреждение образования  
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Брест, Беларусь

Для здания плавательного бассейна в г.Пружаны в качестве конструкции покрытия залов бассейна и аквапарка была разработана структурная «плита». В плане покрытие имеет прямоугольное очертание размером 24x60м, а в разрезе – это пологая арка с радиусом кривизны 80 м.

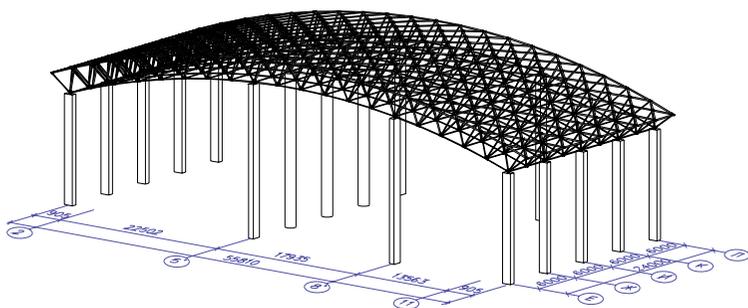


Рис. 1. Схема конструкции покрытия

Структурная «плита» представляет собой стержневую конструкцию, состоящую из треугольных и квадратных рамок, объединенных в узлах соединениями на высокопрочных болтах. Данное решение не только увеличивает скорость сборки и монтажа конструкции, но и не предъявляет жестких требований к последовательности собираемых элементов. Конструкция покрытия была принята беспрогонной, поэтому верхний пояс выполнен из труб квадратного сечения, к которым саморезами крепится дощатый настил. Данное конструктивное решение позволило снизить расход металла по сравнению с традиционным решением узловой передачи нагрузки от кровли до 34 кг/м<sup>2</sup>.

О.А. СТАРОСТИНА  
Научный руководитель С.Д. СЕМЕНЮК, д-р техн. наук, проф.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

В естественных условиях эксплуатации все бетонные сооружения подвергаются воздействию низких температур, что приводит к возникновению в бетоне деформаций. Многократные переходы через нулевую изотерму, действия агрессивных сред, транспортные нагрузки постоянно разрыхляют структуру цементного камня, снижая его прочность.

Повреждения защитного слоя бетона, который работает в экстремальных условиях (солевые атаки, химические реагенты, загазованность и т.п.), увеличивают проницаемость, в том числе и по отношению к арматуре. Коррозионные процессы ускоряются, что в конечном итоге приводит к разрушению любой конструкции. Издержки на ремонт порою превышают стоимость нового сооружения.

В ответ на это впервые применена беспрогревная технология ежедневного производства железобетонных изделий в теплый период времени. А в холодный используются малоэнергоемкие режимы тепловлажностной обработки бетона при температуре изотермического прогрева не более +40 °С. Так, использование эффективных химических добавок определяет новый этап в технологии строительства, позволяя получить ранее недостижимое.

Проведенная модернизация производства позволила фани-польскому заводу осуществить то, что до этого не могли ни разработать, ни запроектировать, потому что ранее не было современных технологий такого уровня по использованию химических добавок. Впервые в стране не в лабораторных условиях, а непосредственно на производстве, получили состав бетона, соответствующий проектным требованиям.

Применение высококалассной марки бетона дало заводчанам новое направление для освоения других видов изделий с уникальными физическими свойствами. Это позволило отработать технологический процесс до совершенного уровня, ведь работать с бетоном, обладающим высокой скоростью твердения, нужно четко и слаженно – оплошность и промедление чреваты непоправимым браком.

Своевременно внедренные инновации сегодня приносит плоды и приносит ощутимую экономию и энергосбережение при производстве продукции.

М.А. СЛАВИНСКАЯ, А.В. МОРГУН, Ю.Г. БОЛОШЕНКО  
Научный руководитель Р.П. СЕМЕНЮК  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Одна из основных экологических проблем – это промышленные отходы. И для ее решения необходима целевая утилизация отходов производства в отрасли способной использовать их. Таковой является промышленность строительных материалов.

Была исследована возможность изготовления отделочного материала для различных помещений общественных и жилых зданий на основе вторичного сырья: отходов текстильного производства, что позволило решить не только проблему утилизации, но и снизить затраты на изготовление данного материала.

Полученный в ходе лабораторных исследований состав представляет собой экологически чистый материал, состоящий из сухой композиции наполнителей и вяжущего. Использование в качестве наполнителя вторичных продуктов и отходов промышленности органического происхождения: текстильные и растительные волокна, целлюлоза, древесные опилки и др. позволяют получить такие свойства, как высокая трещиностойкость смеси и декоративность отделываемой поверхности. В качестве связующего используется клеевой состав.

Наполнитель проходит через процесс дробления на экспериментальной дробилке, технические качества которой позволяют получать материал различных фракций в виде пряжи.

В результате материал обладает такими свойствами как: антистатичность, пожаробезопасность, тепло- и звукоизоляционность, отличается хорошей адгезией к основанию, в качестве которой могут служить любые поверхности: бетон, кирпич, гипсокартон, цементно-известковые штукатурки и др. Данные свойства достигаются благодаря точной дозировке компонентов, изменение которых оказывает влияние на технологическую характеристику отделочного материала.

Эффективность данных составов проверялась исследованиями их с различными наполнителями и с разными соотношениями между вяжущим веществом и наполнителем. В итоге установлен их оптимальный состав, предоставляя возможность для получения новых, недорогих, конкурентно-способных строительных материалов из вторичного сырья для различной отделки внутренних помещений общественных и жилых зданий. А также даны рекомендации по внедрению в отрасль.

Действующие нормы по защите строительных конструкций от коррозии не позволяют применить в качестве настила металлический профлист без специальной, возобновляемой, дорогостоящей защиты. Поэтому настил был выполнен из шпунтовых досок, что также принесло ощутимый экономический эффект. Дерево – это дешевый местный материал прекрасно работающий в среднеагрессивных средах при минимальных затратах на его защиту. Деревянный настил, как показали натурные испытания структуры, сыграл роль цилиндрической оболочки, перераспределившей усилия на конструкции верхнего пояса структуры и, соответственно, уменьшившей в них возникающие напряжения, что идет в запас прочности конструкции. Далее конструкция кровли представляет собой традиционное решение: минераловатные плиты по дощатому настилу с последующим устройством через воздушный вентилируемый зазор верхнего покрытия из профилированных листов по гнутым Z-образным профилям.

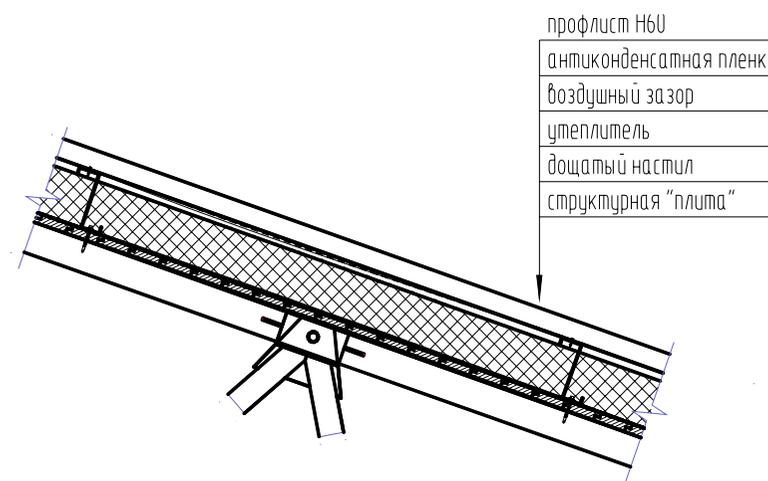


Рис. 2. Сечение кровли

Данное конструктивное решение покрытия позволило уменьшить расход металла, снизить трудоемкость монтажа и стоимость самого покрытия, а также увеличить эксплуатационную надежность сооружения.

УДК 624.012

РАБОТА БЕТОНА НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ЛИТЕЙНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ В УСЛОВИЯХ МАЛОЦИКЛОВОГО НАРУЖЕНИЯ

Ю.Г. БОЛОШЕНКО, Т.С. БУРКО, \*И.С. СЕМЕНЮК

Научный руководитель С.Д. СЕМЕНЮК, д-р техн. наук, доц.

Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

\*«НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРИРОДОИСПОЛЬЗОВАНИЯ»  
Могилев, Беларусь; Ровно, Украина

В настоящее время в качестве мелкого заполнителя бетонов, как правило, используют природный кварцевый песок. Т.к. многие районы Беларуси и Западной Украины испытывают дефицит природных песков, особое значение приобретает возможность использования в качестве мелкого заполнителя отходы различных литейно-металлургических производств.

Одной из разновидностей силовых воздействий являются малоцикловые многократно повторяющиеся нагружения, которые могут возникать в процессе эксплуатации практически всех конструкций. Анализ характера внешних воздействий позволяет к малоцикловым отнести такие нагрузки, как ветровые, снеговые, нагрузки вызванные землетрясением, от массы людей, мебели, складированных материалов и т.п.

Для бетонов с использованием в качестве мелкого заполнителя отходов литейно-металлургических производств (ОМП) характерны те же особенности работы в условиях малоциклового нагружения, что и для традиционных бетонов. Однако в процессе проведения экспериментальных исследований было выявлено одно существенное отличие работы бетонов на основе ОМП. Стабилизация деформаций не наблюдается даже при низких уровнях нагружения, на пятом-шестом циклах происходит стабилизация прироста деформаций, но об упругой работе ОМП-бетона говорить не приходится. Отсутствие роста деформаций характерно лишь для режима нагружения с внезапным увеличением уровня нагружения при возвращении к предыдущему. Несущая способность ОМП-бетона при малоцикловых нагрузках не снижается, а может увеличиться до 5 % по сравнению с однократным нагружением. Это связано с тем, что критическая граница для ОМП-бетона значительно выше, чем для традиционного. Т.к. значительный прирост пластических деформаций в ОМП-бетонах, как уже отмечалось выше, имеет место в основном при разрушающей нагрузке, то развитие деформаций ползучести в процессе малоциклового нагружения не является критическим и не ведет к постепенному разрушению образца, а напротив, способствует стабилизации пластических деформаций и, как следствие, некоторому увеличению несущей способности.

УДК 666.9

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЦЕМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ЗАМЕНА «МОРАЛЬНО» УСТАРЕВШЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Ю.В. СКОМОРОХИН

Научный руководитель П.В. БЕСЕДИН, д-р техн. наук, проф.

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.Шухова»  
Белгород, Россия

За историю развития цементного производства, оборудование для подачи и дозирования готового шлама из шламбассейнов в цементную печь пережило серьезные изменения, которые положительно сказались на качестве готового продукта, повысили объемы производства, автоматизировали данный процесс. Но в большинстве случаев, менялся аппаратный состав данного цикла, а структура, принципы перекачки и подачи шлама оставались стандартными или претерпевали несущественные изменения, которые влияли на конечный результат незначительно. Повышение уровня автоматизации на данном этапе развития требует отдельного подхода и изучения ввиду специфических физико-химических особенностей материала.

Одной из проблем в изменении структуры подачи шлама во вращающуюся печь является отказ от байпасного возврата шлама из буферной емкости обратно в шламбассейн. Байпас останется актуальным лишь при аварийных ситуациях и плановых профилактических работах, требующих остановки технологической линии. Отказ от байпасного возврата шлама влечет изменение структуры дозирования шлама, т.к. существующая структура подразумевает постоянную циркуляцию готового шлама по байпасу ввиду подачи его с избытком из бассейна. Появляется проблема «застоя» шлама в буферной емкости. Анализ современных средств управления и автоматизации позволяет отказаться от дискретной подачи шлама в печь. Подается сырьевая смесь непрерывно, тем самым создается возможность плавного управления подачей шлама, а так же создается регулируемые процессы подачи топливной смеси.

Современный рынок средств автоматизации, контрольно - измерительных приборов, средств управления и программного обеспечения позволяет обеспечивать вышеописанные изменения на данном этапе производства. Возможно создание нескольких контуров регулирования на данном этапе производства, оценка физико-химических свойств сырьевой смеси, а так же расчет теплового баланса при обжиге клинкера с прогнозом затрат на обжиг.

Е.А. СИГАЙ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТРАНСПОРТА»  
Гомель, Беларусь

В проводимом 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. Закон нелинейно-упругого деформирования основания для каждого слоя основания описывается математически в виде альтернативной степенной функции:

$$\sigma_i^{(k)} = E_{0k} \varepsilon_i - (1 - \alpha) \left( \frac{\alpha E_{0k}}{\sigma_{i, \text{lim}}^{(k)}} \right)^{m-1} \varepsilon_i^m$$

*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 6.0*, проведена ее числовая апробация для двухслойных оснований с учетом биогенных включений, для *разных законов деформирования* основания (альтернативная степенная функция, степенная функция и функция гиперболический тангенс).

Результаты расчета показали, что итерационный процесс сходится быстрее с использованием функции гиперболический тангенс, однако, точность вычисления выше с использованием альтернативной степенной функции.

Ю.Г. БОЛОШЕНКО, Е.С. ХМЕЛЬНИЦКИЙ

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

В процессе исследования работы конструкций в условиях малоциклового нагружения экспериментально выявлены две стадии деформирования бетона при низких и средних уровнях нагружения: I стадия характеризуется значительным ростом деформаций в бетоне сжатой зоны и перераспределением внутренних усилий (до 5-6-го циклов); на II стадии происходит стабилизация деформативных процессов, т.е. можно говорить об упругой работе материала, материал становится циклически стабильным.

При высоких уровнях (выше предела верхнего микротрещинообразования) нагружения на второй стадии происходит стабилизация прироста деформаций. На диаграммах деформирования в некоторых случаях (при внезапном увеличении нагрузки с последующим возвратом к заданному эксплуатационному уровню) имеет место так называемый «эффект Баушингера», когда граница ползучести при разгрузке уменьшается под влиянием пластических деформаций, возникших при нагружении.

В большинстве случаев малоцикловые нагружения приводят к уменьшению конечных деформаций бетона в сравнении с однократным нагружением (для бетонов на крупном заполнителе до 50 %). При этом, чем выше уровень нагружения, тем меньше конечные деформации бетона. Это со стабилизацией пластических деформаций на верхнем уровне нагружения. Чем ниже верхний уровень нагружения при малоциклового нагружения, тем больший прирост деформаций ожидается при разрушении образца. Однако при уровне нагружения, близком к верхней границе микротрещинообразования, для образцов, испытанных при высоких уровнях нагрузки, деформации бетона значительно (на 20–30 %) превышают деформации на том же уровне для образцов, испытанных монотонным нагружением и многократно повторным нагружениями с низким и средним уровнями.

Таким образом, для конструкций, работающих в условиях малоциклового нагружения, критическими являются деформации значительно меньшие, чем при статическом нагружении, т.е. при малоциклового нагружении конструкция не удовлетворяет требованиям НТД по II группе предельных состояний на значительно меньших уровнях нагружения, чем при статической либо монотонно возрастающей нагрузке.

УДК 691.87

АЛГОРИТМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА  
К ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМУ ЯДРУ ПРОГРАММЫ SdCAD

Н.В. БОЧАРОВА

Научный руководитель В.П. УЛАСЕВИЧ, канд. техн. наук, проф.

Учреждение образования

«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Брест, Беларусь

С появлением компьютера и операционных систем, обладающих интерактивными интерфейсами пользователя, строительная механика приобрела надежный инструмент для проведения сложных вычислительных экспериментов. Это позволило не только совершенствовать классические методы расчета, но и развивать новые, учитывающие нелинейный характер работы гибких стержневых конструкций под внешними силовыми и другими воздействиями.

Среди них особого внимания заслуживает деформационный метод расчета гибких стержневых систем, позволяющий учесть геометрическую и конструктивную нелинейность расчетной модели [1]. Структура программы, реализована средствами программирования математической среды MathCAD-2000 и состоит из трех частей: блока подготовки исходной информации; вычислительного ядра, обеспечивающего расчет недеформированной (модуль 1) и деформированной (модуль 2) расчетной модели; блока анализа результатов расчета. На стадии отладки алгоритма и программы управление работой вычислительных блоков осуществлялось системным интегратором MathConnex.

В представленном докладе излагается разработанный алгоритм пользовательского интерфейса, написанного к вычислительному ядру программы SdCAD на алгоритмическом языке Delphi. Его отличительная черта состоит в том, что он не только осуществляет процедуру управления работой блоков вычислительного ядра, функционирующего в математической среде MathCAD-2000, но также обеспечивает более дружелюбный графический и символьный интерфейс управления работой программы на стадиях: подготовки исходных данных расчетной модели; контроля за работой вычислительного блока в процессе его функционирования; анализа Пользователем результатов расчета после завершения программой вычислительных процедур.

Таким образом, с учетом нового интерфейса осуществлена идея создания алгоритма вычислительного комплекса SdCAD с программой «Пользовательский интерфейс», написанной на языках высокого уровня и функционирующей совместно с вычислительным ядром из MathCAD-блоков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уласевич, В.П. К эффективности разработки алгоритма деформационно-го метода расчета гибких стержневых систем в среде MathCAD / В. П. Уласевич, О. В. Костюк, Н. В. Бочарова // Вестник БрГТУ. – 2009. № 5(59) Физика, математика, информатика. – С. 57–62.

УДК 624.012.45

ПРОЧНОСТЬ, ЖЕСТКОСТЬ И ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ ИЗГИБАЕМЫХ  
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С НАПРЯГАЕМОЙ АРМАТУРОЙ  
НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН

Н.С. СИВУШЕНКО

Научный руководитель Д.Н. ЛАЗОВСКИЙ, д-р техн. наук, проф.

Учреждение образования

«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Полоцк, Беларусь

На сегодняшний день в Республике Беларусь существует множество предприятий химической промышленности, где на строительные конструкции воздействуют агрессивные среды. Поэтому важной задачей является разработка конструкций стойких в агрессивных средах. Химическая стойкость железобетонных конструкций зависит от сохранности арматуры. Поэтому для повышения долговечности конструкций целесообразно использовать арматуру на основе углеродных волокон.

Было изготовлено 5 образцов с разным армированием (табл. 1).

Табл. 1. Характеристики опытных образцов

Балка	Геометрические размеры, мм	Армирование балки	Преднапряжение
Б-1	135x220x2600	арматура S500 Ø15 мм	нет
Б-2	135x220x2600	арматура S500 Ø15 мм	есть
Б-3	135x220x2600	углеволоконная полоса S512	нет
Б-4	135x220x2600	углеволоконная полоса S512	есть
Б-5	135x220x2600	углеволоконная полоса S512 (с застывшим эпоксидным клеем с крошкой бетона)	нет

Проведенные исследования показали, что опытные балки со стальной арматурой как ненапрягаемой, так и напрягаемой разрушились по нормальному сечению в результате достижения арматурой предела текучести. Опытные образцы как с ненапрягаемой, так и с напрягаемой арматурой на основе углеродных волокон разрушились по анкеровке арматуры. Разрушение балки Б3 произошло при нагрузке 18 % от расчетной нагрузки. При этом образовалась одна трещина шириной раскрытия 0,5 мм. При дальнейшем нагружении балка не несла приращение нагрузки, наблюдалось проскальзывание арматуры в бетоне. Это свидетельствует об отсутствии сцепления углеволоконной арматуры (в виде полос) с бетоном. Проанализировав показатели жесткости и трещиностойкости балки Б5, можно сделать вывод об неэффективности использования арматуры на основе углеродных волокон (в виде лент) без предварительного напряжения.

И.В. ГАЙЧУК

Научный руководитель Е.М. БАБИЧ, д-р техн. наук, проф.  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»

Ровно, Украина

В современном строительстве широко используются различные монолитные железобетонные конструкции, значительное место среди которых занимают монолитные железобетонные рамы. Монолитные железобетонные рамы используются при строительстве промышленных и гражданских зданий (мосты, тоннели, пешеходные переходы и др.). Они воспринимают основную нагрузку, которая действует на здания и эта нагрузка преимущественно имеет повторный характер.

Основной целью данной работы было получение данных о работе двухшарнирной железобетонной рамы с искусственной регулировкой усилий при малоцикловых нагрузках. Исследовано изменение напряженно-деформированного состояния сечений в П-образных двухшарнирных железобетонных рамах с затяжкой без регулирования (МР-I-1, МР-I-2) и с искусственной регулировкой усилий (МР-I-3, МР-I-4) при малоцикловых нагрузках.

Рамы имели размеры в осях – 1,1×2,0 м, сечение стойки рамы – 180×100 мм, сечение ригеля – 160×100 мм. Рамы МР-I-1 и МР-I-3 нагружались однократно до разрушения. К рамам МР-I-2 и МР-I-4 применялись малоцикловые нагрузки высоких уровней. Количество циклов для данных образцов были равны 10-ти, а на 11-ом цикле рама загружалась до разрушения. Искусственное регулирование усилий осуществлялось с помощью создания предварительного напряжения в затяжке, для того, чтобы уравнять моменты в пролете и узле рамы.

На основе полученных результатов были определены деформации бетона и арматуры в пролете и узлах рамы, прогибы рамы, ширина раскрытия трещин и смещения опор. Было установлено, что при однократной нагрузке в П-образных двухшарнирных железобетонных рамах с искусственной регулировкой усилий деформации бетона перед разрушением в узле рамы составляли  $166 \times 10^{-5}$ , а в пролете –  $132 \times 10^{-5}$ . Соответственно деформации арматуры в узле –  $236 \times 10^{-5}$ , в пролете –  $220 \times 10^{-5}$ . Прогиб ригеля рамы составил 0,98 см что на 16 % меньше чем прогиб ригеля рамы без искусственной регулировки усилий. Разрушительная нагрузка равна 6,21 т. Ширина раскрытия трещин в пролете – 0,12 мм, и в узле – 0,34 мм.

$$\begin{aligned}
& -\frac{1}{2}(\sin 2\theta_i^K - \sin 2\theta_i^H) \left. \right\} + \frac{r^4}{EI} \sum_{i=1}^{n_i^H} q_i \left\{ \frac{1}{2}(\sin \theta_i^K - \sin \theta_i^H) \left[ \left( \frac{\pi}{2} - \theta_0 - \theta_i^K \right) - \frac{1}{2}(\sin 2\theta_0 - \sin 2\theta_i^K) \right] + \right. \\
& + \frac{1}{2}(\cos \theta_i^K - \cos \theta_i^H)(\cos^2 \theta_0 - \sin^2 \theta_i^K) \left. \right\} + \frac{r^4}{EI} \sum_{j=1}^{n_j^H} q_j \left\{ -(\cos \theta_j^K - \cos \theta_j^H) - \frac{1}{2} \cos \theta_j^K (\sin^2 \theta_j^K - \sin^2 \theta_j^H) - \right. \\
& - \frac{1}{2} \sin \theta_j^K [(\theta_j^K - \theta_j^H) - \frac{1}{2}(\sin 2\theta_j^K - \sin 2\theta_j^H)] \left. \right\} + \frac{r^4}{EI} \sum_{j=1}^{n_j^H} q_j \left\{ \frac{1}{2}(\sin \theta_j^K - \sin \theta_j^H) \left[ \frac{1}{2}(\sin 2\theta_j^H + \sin 2\theta_0) - \right. \right. \\
& - (\theta_j^H + \frac{\pi}{2} - \theta_0) \left. \right] - \frac{1}{2}(\cos \theta_j^K - \cos \theta_j^H)(\sin^2 \theta_j^H - \cos^2 \theta_0) \left. \right\} + \eta \frac{r^2}{GA} \sum_{i=1}^{n_i^H} q_i \left\{ (\sin \theta_i^K - \sin \theta_i^H) - \right. \\
& - \frac{1}{2} \sin \theta_i^H (\sin^2 \theta_i^K - \sin^2 \theta_i^H) - \frac{1}{2} \cos \theta_i^H [(\theta_i^K - \theta_i^H) + \frac{1}{2}(\sin 2\theta_i^K - \sin 2\theta_i^H)] \left. \right\} + \\
& + \eta \frac{r^2}{GA} \sum_{i=1}^{n_i^H} q_i \left\{ \frac{1}{2}(\sin \theta_i^K - \sin \theta_i^H)(\cos^2 \theta_0 - \sin^2 \theta_i^K) + \frac{1}{2}(\cos \theta_i^K - \cos \theta_i^H) \left[ \left( \frac{\pi}{2} - \theta_0 - \theta_i^K \right) + \right. \right. \\
& + \frac{1}{2}(\sin 2\theta_0 - \sin 2\theta_i^K) \left. \right] \left. \right\} + \eta \frac{r^2}{GA} \sum_{j=1}^{n_j^H} q_j \left\{ \frac{1}{2} \sin \theta_j^K (\sin^2 \theta_j^K - \sin^2 \theta_j^H) - (\sin \theta_j^K - \sin \theta_j^H) + \right. \\
& + \frac{1}{2} \cos \theta_j^K [(\theta_j^K - \theta_j^H) + \frac{1}{2}(\sin 2\theta_j^K - \sin 2\theta_j^H)] \left. \right\} + \eta \frac{r^2}{GA} \sum_{j=1}^{n_j^H} q_j \left\{ \frac{1}{2}(\sin \theta_j^K - \right. \\
& - \sin \theta_j^H)(\sin^2 \theta_j^H - \cos^2 \theta_0) + \frac{1}{2}(\cos \theta_j^K - \cos \theta_j^H) \left[ \left( \frac{\pi}{2} + \theta_j^H - \theta_0 \right) + \frac{1}{2}(\sin 2\theta_j^H + \right. \\
& + \sin 2\theta_0) \left. \right] \left. \right\} + \frac{r^2}{EA} \sum_{i=1}^{n_i^H} q_i \left[ \frac{1}{2} \sin \theta_i^H (\sin^2 \theta_i^K - \sin^2 \theta_i^H) - \frac{1}{2} \cos \theta_i^H (\theta_i^K - \theta_i^H) + \right. \\
& + \frac{1}{4} \cos \theta_i^H (\sin 2\theta_i^K - \sin 2\theta_i^H) \left. \right] + \frac{r^2}{EA} \sum_{i=1}^{n_i^H} q_i \left\{ \frac{1}{2}(\sin \theta_i^K - \sin \theta_i^H)(\cos^2 \theta_0 - \sin^2 \theta_i^K) - \right. \\
& - \frac{1}{2}(\cos \theta_i^K - \cos \theta_i^H) \left[ \left( \frac{\pi}{2} - \theta_0 - \theta_i^K \right) - \frac{1}{2}(\sin 2\theta_0 - \sin 2\theta_i^K) \right] \left. \right\} - \frac{r^2}{EA} \sum_{j=1}^{n_j^H} q_j \left[ \frac{1}{2} \sin \theta_j^K (\sin^2 \theta_j^K - \right. \\
& - \sin^2 \theta_j^H) - \frac{1}{2} \cos \theta_j^K (\theta_j^K - \theta_j^H) + \frac{1}{4} \cos \theta_j^K (\sin 2\theta_j^K - \sin 2\theta_j^H) \left. \right] - \frac{r^2}{EA} \sum_{j=1}^{n_j^H} q_j \left\{ \frac{1}{2}(\sin \theta_j^K - \right. \\
& - \sin \theta_j^H)(\sin^2 \theta_j^H - \cos^2 \theta_0) - \frac{1}{2}(\cos \theta_j^K - \cos \theta_j^H) \left[ \left( \frac{\pi}{2} + \theta_j^H - \theta_0 \right) - \frac{1}{2}(\sin 2\theta_j^H + \sin 2\theta_0) \right] \left. \right\}
\end{aligned}$$

На основе полученных зависимостей составлена MathCad-программа, с использованием которой выполнены расчёты конкретных арок. Расчёт арок также был выполнен методом конечных элементов в программе SCAD. Сравнение результатов расчёта показало их хорошее совпадение, что подтверждает эффективность разработанной методики, полученной в замкнутом виде.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нагрузки и воздействия: СНиП 2.01.07–85 / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 48 с.

2. **Борисевич, А. А.** Строительная механика: учебное пособие / А. А. Борисевич, Е. М. Сидорович, В. И. Игнатюк. – Минск: БНТУ, 2009. – 756 с.

А.В. ГАЛАЛЮК  
 Научный руководитель В.Н. ДЕРКАЧ, канд. техн. наук  
 Ф-л РУП «Институт БелНИИС» НТЦ  
 Брест, Беларусь

В соответствии со стандартом EN 772-1 нагружаемые поверхности образца, подвергаемого испытаниям кладочного элемента, должны быть плоскими. Если испытываемые поверхности не отвечают данному требованию, то такие поверхности обрабатывают в соответствии с требованиями конкретного стандарта на изделие посредством шлифования или выравнивания раствором. Пустотелые элементы, с объемом пустот менее 35 % испытывают при заполненных раствором пустотах.

Для оценки влияния метода подготовки поверхности кладочного элемента на его прочность при сжатии, были испытаны образцы керамического кирпича, поверхность которых готовилась методами выравнивания раствором и шлифованием.

Испытаниям подвергались образцы керамического полнотелого и пустотного кирпича по СТБ 1160-99 марок КРО-150/25 и КРПУ-125/35 соответственно. Всего было произведено испытание двух выборок (две выборки полнотелого кирпича и две выборки пустотного кирпича) по 20 образцов кирпича в каждой. Поверхность половины кладочных элементов каждой выборки готовилась методом шлифования, вторая половина – методом выравнивания раствором.

Испытания кладочных элементов показали, что прочность керамического кирпича, поверхность которого выровнена методом шлифования, примерно на 35 % выше прочности аналогичного кирпича поверхность которого выравнивалась раствором.

Для оценки влияния заполнения пустот кладочных элементов на его прочность при сжатии, были испытаны образцы керамического кирпича, пустоты которого были заполнены раствором и без заполнения пустот.

Испытаниям подвергались образцы керамического пустотного кирпича по СТБ 1160-99 марки КРПУ-125/35. Было произведено испытание трех выборок по 10 образцов кирпича.

Результаты испытания кладочных элементов показали, что прочность кладочных элементов без заполнения пустот оказалась выше чем в образцах заполненных раствором на 30–50 %.

Полученные результаты следует учитывать при разработке национального приложения к СТБ EN 1996-1-1-2008.

О.С. СЕМЕНЮК  
 Научный руководитель В.И. ИГНАТЮК, канд. техн. наук, доц.  
 Учреждение образования  
 «БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
 УНИВЕРСИТЕТ»  
 Брест, Беларусь

В практике проектирования находят применение длинные цилиндрические оболочки, выполненные из лёгких материалов, расчётные схемы которых могут быть приведены к аркам. Для таких оболочек особую роль играет ветровая нагрузка, действующая в радиальных направлениях [1].

Рассмотрим задачу определения усилий в бесшарнирных арках постоянной жёсткости кругового очертания при статическом действии радиально-направленных равномерно распределённых нагрузок (рис. 1). Для решения задачи используется метод сил с переносом неизвестных в упругий центр (рис. 2). При определении перемещений наряду с изгибающим моментом учитываются поперечные и продольные силы. Учитывая, что рассматриваются круговые арки, используется полярная система координат (рис. 2).

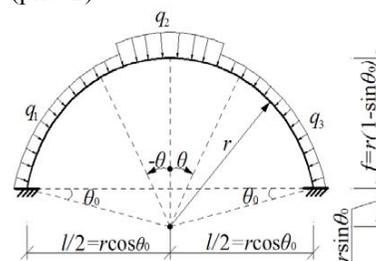


Рис. 1. Расчётная схема

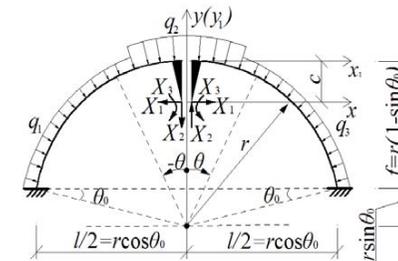


Рис. 2. Основная система метода сил

Зависимость между декартовой  $(x, y)$  и полярной  $(r, \theta)$  системами координат здесь имеет вид:  $x = r \sin \theta$ ;  $y = c + y_1 = c - r(1 - \cos \theta)$ , где:  $y_1 = -r(1 - \cos \theta)$ ;  $c$  – расстояние от верхней средней точки до упругого центра.

Грузовые перемещения найдём по формулам Мора [2]. Например:

$$\Delta_{2,p} = \frac{r^4}{EI} \sum_{i=1}^{n_q} q_i \left\{ -(\cos \theta_i^K - \cos \theta_i^H) - \frac{1}{2} \cos \theta_i^H (\sin^2 \theta_i^K - \sin^2 \theta_i^H) - \frac{1}{2} \sin \theta_i^H [(\theta_i^K - \theta_i^H) - \right.$$

Е.Я. СЕМЕНЮК, Д.И. ЖИЛИНСКИЙ, Д.С. КОРБУТ  
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 расход на уничтожение пластмасс в 6...8 раз превышает расходы на обработку и уничтожение большинства промышленных отходов и в 3 раза – на уничтожение бытовых отходов, а это экономически не выгодно и технически сложно.

Исследовалась возможность утилизации полимерных отходов в самонивелирующихся смесях для напольных покрытий. Дробленный полимерный наполнитель фракцией 1,5...5 мм с насыпной плотностью 340...350 кг/м вводился в смесь в разных пропорциях. Смесь испытывалась на подвижность, а отформованные образцы балочек размером 40x40x160 мм и кубики 100x100x100 мм испытывались на изгиб, сжатие и истираемость.

По результатам испытаний подобран оптимальный состав. Состав может быть использован для выполнения стяжек под линолеум, ламинат, паркет и др.

П.С. ГОМОН  
Научный руководитель Е.М. БАБИЧ, д-р техн. наук, проф.  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»  
Ровно, Украина

Была проведена серия исследований работы железобетонных балок таврового сечения, которые поддавались воздействию малоциклового нагрузки высоких уровней. Основной целью исследования было установить влияние малоциклового нагрузки на работу изгибаемых железобетонных элементов таврового сечения, а также определение характера их разрушения.

Для достижения поставленной цели были изготовлены 12 железобетонных балок таврового сечения с переменной толщиной полки, 6 кубов и 12 призм. Балки были изготовлены из бетона класса В25 с единичным армированием арматурой класса А400С.

Испытания железобетонных балок таврового сечения включали в себя испытания шести балок при воздействии однократной статической нагрузки, шести балок при воздействии малоциклового нагрузки высоких уровней и сравнение их прочности и характера разрушений. Малоциклового нагрузка включала нагрузку десятилетиями циклами с верхним уровнем  $\eta_B = 0,7$  и нижним уровнем  $\eta_H = 0,3$  от разрушительного значения.

Разрушение железобетонных балок таврового сечения, как при однократной, так и при многократной нагрузке, начиналось со срезания полок и продолжалось разрушением сжатой зоны бетона нормального сечения.

Из экспериментальных исследований были сделаны следующие выводы:

- несущая способность балок выросла в среднем на 7 % при испытании балок после воздействия малоциклового нагрузки высоких уровней;
- наблюдалось существенное увеличение изгиба балки, а также ширины раскрытия трещин после воздействия малоциклового нагрузки высоких уровней;
- стабилизация деформаций крайних волокон бетона балок происходила на 6–7 цикле;
- увеличение толщины полки в тавровом сечении изгибаемого элемента приводит к увеличению прочности и уменьшению ширины раскрытия трещин;
- с увеличением толщины полки относительная деформация бетона уменьшается;
- при испытании призм после действия малоциклового нагрузки прочность бетона увеличилась в среднем на 10 % соответственно к бетону, который был испытан при однократной нагрузке.

К.В. ДМИТРИЕВА

Научный руководитель С.В. БОСАКОВ, д-р техн. наук, проф.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

Предложен метод расчета штампа на упругом клиновидном основании (рис.1).

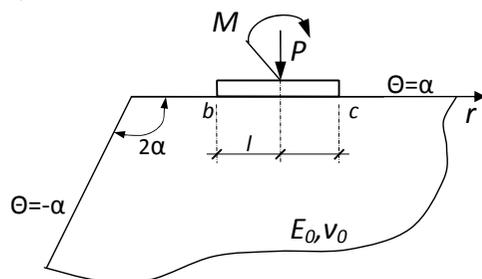


Рис. 1. Загружение штампа на плоском клине со свободными гранями нормальной к грани сосредоточенной силой и изгибающим моментом

В качестве функции Грина предлагается использовать полученное ранее автором представление, содержащее особенность в виде решения Фламана о действии сосредоточенной силы на границу упругой полуплоскости. Для приближенного решения этой задачи используется метод представления искомой функции в виде ряда относительно ортогональных многочленов. Таким образом, интегральное уравнение для штампа на плоском клине со свободными гранями под действием нормальной к грани сосредоточенной силы и изгибающего момента преобразуется в бесконечную систему линейных алгебраических уравнений, которая решается методом усечения.

На основании приведенного универсального подхода можно построить эпюры реактивных давлений на контакте штамп-основание, найти внутренние силы в сечениях штампа и его перемещения. Приведены результаты для распределения контактных напряжений под подошвой штампа, углов его поворота в зависимости от близости ребра клина.

Е.Я. СЕМЕНЮК

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

При выработке в недрах земли полезных ископаемых (уголь, руда, соли и т.п.) в толще пород образуются пустоты, которые провоцируют развитие дополнительных напряжений от массива вышележащих горных пород. Как взаимодействуют возникающие силы массива горных пород, каковы их взаимовлияния проявляют себя и природно-техническая система «массив горных пород – выработка». В одних случаях она будет устойчивой не только в процессе проходки, но и в течение всего длительного периода эксплуатации. В других случаях устойчивость горных пород нарушается вслед за проходкой, что влечет осадку земной поверхности. И тогда выработка вызывает сдвигание вышележащих горных пород, сопровождающееся опусканием дневной поверхности и образованием мульды. При разработке крутопадающих угольных и соляных пластов на земной поверхности появляются значительные трещины или уступы. Выработки полезных ископаемых даже в условиях самых больших глубин вызывают потерю равновесия и сдвигание горных пород на всем протяжении от выработки до земной поверхности земли. Наземные здания и сооружения в зоне влияния горных выработок неизбежно будут претерпевать деформации, повреждения, а иногда и разрушения. При проектировании зданий и сооружений на подрабатываемых территориях используются идеализированные схемы деформаций поверхности основания. Неравномерные вертикальные оседания при плавной мульде сдвигания определяются по радиусу кривизны земной поверхности; при ступенчатой мульде – высотой уступа. Эпюра горизонтальных перемещений точек основания при ожидаемых относительных горизонтальных деформациях принимается в виде двух треугольников.

Деформации земной поверхности являются искусственно изменчивыми, случайными величинами и для их количественной оценки следует использовать методы математической статистики и теории вероятности.

Основными воздействиями от подработки являются: сдвигание и деформации земной поверхности. Сдвигание – это перемещение и деформирование горных пород под воздействием неуравновешенных гравитационных сил. Основные формы сдвигания – прогиб, обрушение, сдвиг, отжим, выдавливание и сползание.

Е.О. СЕДЛЯРОВ

Научный руководитель Н.А. ШЕВЧУК

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТРАНСПОРТА»

Гомель, Беларусь

В настоящее время в работах по содержанию и ремонту автомобильных дорог наибольший объём занимает ямочный ремонт. Для его проведения используются строительно-дорожные материалы, полученные на основе катионных битумных эмульсий. При распаде эмульсии в эмульсионно-минеральных смесях, те приобретают свойства асфальтобетона. Однако на долговечность таких материалов сильно влияет чистота поверхности щебня, используемого в них. То есть его необходимо мыть, хотя это не исключает загрязнения щебня на остальных технологических операциях, предшествующих приготовлению эмульсионно-минеральной смеси.

В ИММС НАН Беларуси проведены исследования по применению активационной технологии усиления адгезионного взаимодействия компонентов эмульсионно-минеральной смеси.

В ходе данного исследования были разработаны методы усиления адгезии битума к поверхности минерального материала. Суть метода заключается в том, что в эмульсионно-минеральную смесь вводятся адгезионные добавки (ПАВ), представляющие собой высшие жирные кислоты и их производные. Они препятствуют отрыву пленки битума от поверхности щебня, усиливая адгезию и приводя к образованию на границе раздела фаз новых соединений (в частности нерастворимого силиката амина).

Преимуществом данного метода активации является невысокая концентрация активирующих компонентов (0,15–1,0 %), простота обработки минерального материала, что позволяет применять его как в стационарной, так и в мобильной дорожной технике.

Полученные результаты позволили улучшить физико-механические характеристики эмульсионно-минеральных смесей, в частности, предел прочности при сжатии повышается в 1,3–1,4 и модуль остаточной (пластической) деформации при разрушении возрастает в 1,1–1,2 раза, водонасыщение снижается в 1,2–1,3 раза. При этом из технологического процесса приготовления эмульсионно-минеральной смеси исключается операция по мойке щебня.

В.С. ДОВБЕНКО

Научный руководитель Е.М. БАБИЧ, д-р техн. наук, проф.

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»

Ровно, Украина

Длительная эксплуатация промышленных, гражданских и жилых зданий и сооружений, большинство с которых исчерпали или на грани нормативного срока службы, требует эффективных и простых методов усиления и восстановления.

Перспективных методов разработано много, но особое место занимает усиление и восстановление с использованием полимерной композиции "Силор". Этот способ имеет высокую экономическую эффективность, низкую стоимость и относительно малые трудозатраты.

"Силор" – это одно, или двух компонентная полимерная композиция, которая по внешнему виду и вязкости напоминает керосин. В его состав входит специальный мономер, твердение которого происходит под действием катионов солей и оснований, которые всегда присутствуют в теле бетона. Мономер после полимеризации превращается в полимер. При нанесении на бетонные или железобетонные конструкции, композиция "Силор" пропитывает его поры и химически взаимодействует с материалами, которые находятся на поверхности пор. Такое взаимодействие приводит к образованию нового композитного материала, прочного и герметичного.

Для железобетонных конструкций особый интерес представляет ее способность пропитывать продукты коррозии металла, при этом надежно предотвращается возможность их дальнейшей коррозии.

Экспериментальное исследование девяти железобетонных балок размером 120×140×1400 мм с рабочей арматурой класса А400С  $\varnothing$  10 мм проходило в три этапа. Первый этап это балки БК, которые не подвергались обработке полимером. Второй этап - балки БПС, которые перед испытанием подвергались обработке композитом "Силор". Третий этап – балки БВС нагружались до образования нормальных трещин  $a_{cr,c} = 0,3$  мм, после чего были полностью разгружены. Образовавшиеся трещины заделывались строительным раствором, затем балки обрабатывались полимерной композицией.

Исследование железобетонных балок, усиленных полимерной композицией "Силор" при кратковременных нагрузках, показало, что восстановленные балки имеют большую прочность на 24 %, жесткость на 21,5 % и трещиностойкость на 20 %.

Е.В. ЕВТУХОВА, Е.О. АДАРЧЕНКО

Научный руководитель А.А. ВАСИЛЬЕВ, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»  
Гомель, Беларусь

В процессе эксплуатации техническое состояние деревянных конструкций определяется, в первую очередь, их поврежденностью. Выделение и анализ наиболее значительных повреждений деревянных конструкций позволит предупредить их появление либо ограничить их развитие в процессе эксплуатации.

Для анализа использовались данные, полученные в результате обследования деревянных стропильных ног на 15 объектах, срок эксплуатации которых составил 50–70 лет. При обследовании было выявлено 45 различных видов повреждений. На рис. 1 представлены наиболее значительные повреждения, массовая доля которых составляет 96 %. Для остальных 4 % классифицированных повреждений удельный вес одного повреждения, в среднем, менее одного процента и их долю можно считать незначительной. Необходимо отметить, что из общего количества обследованных стропильных ног (1490 шт.) 10 % не имеют повреждений.

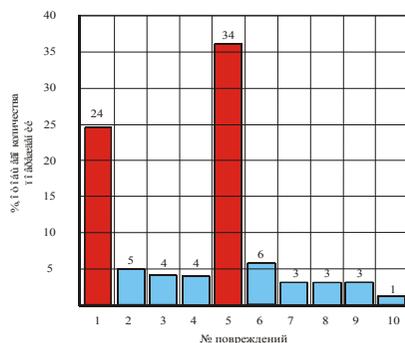


Рис. 1. Классификация наиболее значительных повреждений деревянных стропильных ног: 1 – единичные продольные трещины различной ширины раскрытия; 2 – многочисленные продольные трещины различной ширины раскрытия; 3 – единичные косые трещины различной ширины раскрытия; 4 – многочисленные косые трещины различной ширины раскрытия; 5 – поражения древоточцами различной интенсивности; 6 – поражения короедами различной интенсивности; 7 – поражения дереворазрушающими грибами; 8 – следы увлажнения; 9 – увлажнения различной интенсивности; 10 – механические повреждения

Таким образом проведенные исследования показали, что наиболее многочисленными повреждениями деревянных стропильных ног, эксплуатирующихся длительные сроки являются поражения древоточцами (34 %) и единичные продольные трещины различной ширины раскрытия (24 %).

О.Г. САННИКОВА

Научный руководитель А.А. КОНДРАТЧИК, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Брест, Беларусь

В лаборатории УО “БрГТУ” были проведены экспериментальные исследования железобетонных балок из напрягающего бетона с предварительным напряжением арматуры физико-химическим и комбинированным способами. Способ предварительного напряжения арматуры за счет энергии расширения напрягающего бетона получил название физико-химического способа. Комбинированным способом предварительного напряжения арматуры называется способ, когда продольная арматура напрягается механическим и физико-химическим способами. Номенклатура образцов представлена в табл. 1.

Табл. 1. Номенклатура опытных образцов

Маркировка опытных балок	Вид вяжущего	Способ предварительного напряжения арматуры	Размеры образцов $b \times h \times L$ , мм	Наличие сеток косвенного армирования
Б-4-С	НЦ	физико-химический	170x170x1100	-
БС-4-С		физико-химический	170x170x1100	+
БС-4-К		комбинированный	120x120x1100	+

Образцы изготавливали в лабораторных условиях из бетона на напрягающем цементе. Напрягающий цемент изготавливали при совместном помеле бездобавочного портландцемента, гипса и глиноземистого цемента в соотношении ПЦ:ГЦ:Г=78:12:10. В процессе расширения напрягающего бетона производилось измерение деформаций и прочности бетона в средней части и на торцевых участках образцов.

Анализируя результаты измерений, установлено следующее:

– средние деформации расширения бетона в образцах с сетками косвенного армирования, установленными на обоих торцевых участках, на 15,8% выше, чем у образцов без сеток косвенного армирования;

– связанные деформации расширения бетона в элементе с сетками косвенного армирования и с арматурой, напрягаемой комбинированным способом, оказались меньше на 35 % чем у таких же образцов с арматурой, напрягаемой только физико-химическим способом;

– прочность бетона по всей длине образцов постоянна.

М.М. ПОДКОЛЗИН  
Научный руководитель Л.И. СЕРГИЕНКО, д-р с.-х. наук, проф.  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Волжский ф-л «МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЮРИДИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»  
Волгоград, Россия

Зеленое строительство представляет собой подход к проектированию, обустройству и содержанию зданий с целью сократить отрицательное влияние на среду и повысить благосостояние людей.

Зеленое строительство является частью парадигмы устойчивого развития человечества. Основой данной системы взглядов является растущее осознание того, что нынешний образ жизни стал возможным благодаря дешевой и обильной энергии ископаемого топлива, но не является устойчивым в долгосрочной перспективе. Зеленое строительство может стать основной темой обсуждения мировой общественности по изучению последствий прекращения поступления энергоресурсов для производства основных компонентов, необходимых для жизни в глобальной постиндустриальной экономике (J. Yudelson, 2009).

Экономия при строительстве экологичных зданий может достигаться за счет сокращения операционных расходов в течение всего срока службы здания. Применяется подход к определению срока службы проекта, анализа затрат для определения соответствующих авансовых расходов. Используется аналитический метод расчета стоимости материального актива.

Одной из целей городского зеленого строительства является стремление к сокращению расходов энергии и потреблению ресурсов без отказа от привычных удобств и стандартов качества, снижению затрат на содержание жилья.

При проектировании таких зданий необходимо учитывать особенности разработки проекта как единой системы, а не совокупности автономных разделов.

Некоторые преимущества, такие как улучшение здоровья жителей, удобство, производительность труда, снижение уровня загрязнения и свалки отходов не достигается только за счет количественных показателей. Они должным образом не рассматриваются в анализе затрат. По этой причине актуальным становится вопрос о внесении в бюджет проектов средств на покрытие расходов на исследования и анализ аспектов зеленого строительства.

Даже с учетом ограниченного бюджета, изначальное позиционирование строительного проекта как объекта зеленого строительства способно несколько увеличить первоначальные расходы, что в конечном итоге принесет значительную экономию средств.

П.П. ЖУКЬЯН  
Научный руководитель А.А. ХОТЬКО, канд. техн. наук, доц.  
Учреждение образования  
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Новополоцк, Беларусь

Из всего многообразия методик испытаний на сцепление арматуры с бетоном наибольшее применение получили испытания, при которых производится вытягивание арматуры из бетонной призмы. Это объясняется относительной простотой экспериментальных образцов и применяемого оборудования.

Помимо испытания на вытягивании существует еще десятки методик проведения испытания для определения характеристик сцепления арматуры с бетоном, но каждая из них имеет свои недостатки. Методика испытания сцепления зарубежных стран основана на испытании моделей образцов максимально приближенных к реальным конструкциям.

Отечественная методика, напротив, основывается на испытаниях при благоприятных сочетаниях конструктивных факторов (большой защитный слой бетона, бетон подвергнут сжатию, а не растяжению). Расчетная длина анкеровки может быть увеличена при неблагоприятных факторах.

Данные, полученные по методике испытаний на вытягивание из бетонных призм, показывают, что ближе к загруженному концу стержня появляются растягивающие (поперечные) напряжения в бетоне, а ближе к незагруженному – сжимающие напряжения. Поэтому напряжения сцепления на конце стержня принимают большие значения, т.к. арматурный стержень в этом месте обжат бетоном.

Методика проведения испытаний для определения характеристик сцепления существенно влияет на их результаты. Так, методика испытания «на вытягивание» не только дает завышенные значения прочности сцепления по сравнению с теми, которые могут быть реализованы в большинстве практических случаев, но может также приводить к функциональным зависимостям, которые не справедливы для большинства реальных конструкций. Кроме того методика западных стран позволяет установить влияние на сцепление таких факторов как защитный слой бетона.

Выполнен анализ существующих методик исследования сцепления арматуры с бетоном. На основании обобщения данных предложены пути усовершенствования укоренившихся в отечественной практике методик испытаний.

УДК 624.012:454

ЭФФЕКТИВНЫЙ РАСЧЕТ КАМЕННЫХ И АРМОКАМЕННЫХ  
КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭВМ

И.В. ЗАДОРЖНИКОВА, О.А. УЖЕГОВА, С.В. РОТКО

Научный руководитель А.Я. БАРАШИКОВ, д-р техн. наук, проф.  
«КИЕВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СТРОИТЕЛЬСТВА  
И АРХИТЕКТУРЫ»  
«ЛУЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Киев, Луцк, Украина

Доклад презентует созданное учебное пособие „Расчет каменных и армокаменных конструкций”. Акцентировано внимание на использовании прикладных комплексов и программ, в частности ПК МОНОМАХ (программа КИРПИЧ), ПК SCAD Office (программа КАМИН), пакета прикладных программ NORMCAD для проектирования элементов строительных конструкций.

Авторы пособия отмечают, что программы КАМИН (Украина) и NORMCAD (Россия) предназначены для выполнения конструктивных расчетов и проверок элементов каменных и армокаменных конструкций на соответствие требованиям действующего нормативного документа, но отличаются способами представления результатов расчета. В первом случае приведены относительные величины экспертизы конструкций, во втором – абсолютные. При расчете в программе КАМИН пользователь получает набор коэффициентов  $K_i$ , которые определяют имеющийся запас прочности, стойкости или другого нормируемого параметра качества для элемента (сечения). При расчете в NORMCAD программа формирует детальный отчет, который содержит данные обо всех этапах расчета, комментариях и формулах с вычислениями. Результаты экспертизы конструкций выводятся программой в процентах от предельных значений. Пользователю предоставляется возможность выбора программы в зависимости от задания.

Преимущества расчета конструкций на ЭВМ очевидны, однако к этому в учебном процессе можно обращаться лишь на втором этапе, когда студенты получили основные навыки проектирования элементов зданий и сооружений.

Пособие предназначено для студентов строительных специальностей высших учебных заведений, а также может быть полезным для инженерно-технических работников проектных и строительных организаций.

УДК 621.315.65:66.012.37

ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ  
АРМАТУРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

В.В. ПАНАСЮК

Научные руководители Ю.В. ПОПКОВ, канд. техн. наук, доц.;  
А.И. КОЛТУНОВ, канд. техн. наук, доц.  
Учреждение Образования  
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Новополоцк, Беларусь

В последнее время в строительном производстве большинства промышленно-развитых стран мира четко обозначилась тенденция к экономии энергии, затрачиваемой при производстве железобетонных изделий, поскольку снижение энергозатрат напрямую связано со снижением себестоимости продукции, в которой нуждаются все отрасли промышленности. Снижение себестоимости означает повышение конкурентоспособности на рынках строительных материалов и изделий. В связи с этим, все более широкое распространение получают конкретизация и уточнение значения предела прочности сварных соединений, которые позволяют добиться минимального расхода электроэнергии при обеспечении необходимых эксплуатационных качеств железобетонных конструкций.

В сложившейся в Республике Беларусь ситуации резкого подорожания электроэнергии особую значимость приобрело экономное ее использование в практике строительства.

Контактно-точечная сварка применяется, как правило, в крупносерийном и массовом производстве. Это обусловлено высокой производительностью машин контактной сварки, легкостью механизации и автоматизации процесса сварки, а также стоимостью оборудования. Процесс производства арматурных изделий с использованием контактно-точечной сварки основан на использовании определенных режимов, зависящих от силы тока, давления на электроды, длительности импульса.

В лаборатории УО ”ПГУ” изучены значения вышеперечисленных параметров, используемых при изготовлении стандартных крестообразных сварных соединений. Проведенные испытания в соответствии с ГОСТ 10922-90 показали, что разрушение отобранных образцов происходило по основному металлу. При варьировании параметров сварки удалось достичь нормируемой прочности крестообразных соединений экономя электроэнергию до 2,5 раз.

Полученные результаты позволяют с полной уверенностью говорить о возможности значительной экономии электроэнергии на заводах ЖБИ за счет совершенствования (оптимизации) параметров контактно-точечной сварки.

Е. А. ОСТРАЯ

Научный руководитель Е. В. КЛИМЕНКО, д-р техн. наук, проф.  
«ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА  
И АРХИТЕКТУРЫ»  
Одесса, Украина

Значительную часть конструктивных систем зданий и сооружений составляют железобетонные конструкции с длительными сроками эксплуатации. Современная тенденция в инвестиционной политике на техническое перевооружение и переориентацию действующих производств обусловила опережающие темпы роста объемов реконструкции объектов промышленного, сельскохозяйственного и жилищного назначения в сравнении с новым строительством. В период восстановления старых фондов и памятников архитектуры реставрация, зачастую после обследования, сопровождается заменой элементов конструкций, которые не соответствуют требованиям по устойчивости, надежности, подвергшиеся значительному изнашиванию в процессе эксплуатации. Поэтому важное значение имеет уменьшение затрат на использование строительных материалов, а также снижение себестоимости конструкции при повышении надежности здания в целом.

В процессе проектирования и непосредственно строительства инженеры сталкиваются с такими элементами железобетонных конструкций, в которых главные оси симметрии выходят из своего проектного положения, что приводит к возникновению косоугольного изгиба. Большинство конструкций подвержены сложному напряженно-деформированному состоянию, такому как косоугольный изгиб. К таким элементам относят подкрановые балки, прогоны скатных покрытий, обвязочные балки, горизонтальные элементы факверков, а так же поврежденные элементы конструкций.

Для рассмотрения данной проблемы изготавливались железобетонные образцы с заложенным повреждением в процессе укладки бетонной смеси, что позволило искусственно создать условия возникновения косоугольного изгиба, для дальнейшего исследования влияния глубины и угла повреждения на прочность и деформативность железобетонного элемента.

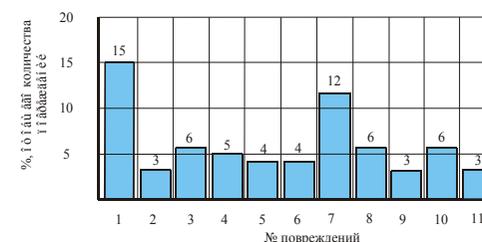
Учитывая достаточно малое исследование в области работы и прочности поврежденных железобетонных конструкций, отсутствие простого и доступного метода их расчета, возникла необходимость в экспериментальных и теоретических исследованиях с целью практического метода расчета.

Е. И. ЗДИТОВЕЦ, В. В. ВРУБЛЕВСКАЯ

Научный руководитель А. А. ВАСИЛЬЕВ, канд. техн. наук, доц.  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»  
Гомель, Беларусь

Повреждения конструкций являются следствием развития дефектов под воздействием среды либо некачественной их эксплуатации. Оценка повреждений – основа диагностики технического состояния конструкций. Анализ поврежденности дает возможность выявить наиболее встречаемые повреждения, что позволяет оценить не только их значимость, но и значительность, и принять меры по недопущению их появления либо дальнейшего развития в процессе эксплуатации.

В качестве примера оценки поврежденности конструкций, эксплуатирующихся в условиях агрессивной среды, приведен анализ исследования степени повреждений ребристых плит покрытия комплекса зданий по откорму КРС (6 коровников) эксплуатирующихся около 20 лет. Повреждения были классифицированы по 37 наименованиям. На рисунке 1 представлены наиболее значительные повреждения (их доля составляет 30 % от общего количества), массовая доля которых – 66 %. Для остальных 70 % классифицированных повреждений удельный вес одного повреждения, в среднем, 1,3 % и их долю можно считать незначительной. Необходимо отметить, что из общего количества исследованных плит покрытия (588 штук) – 21 % плит не имеют повреждений.



С учетом вышеизложенного, наиболее значительными повреждениями ребристых плит покрытия, эксплуатирующихся в условиях агрессивной среды, являются оголение и коррозия рабочей арматуры на отдельных участках, а также сколы бетона на различную глубину.

В.В. ИЛЮЧИК  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

Нормативная несущая способность соединений деревянных элементов на шурупах, работающих на выдергивание согласно ТКП EN 1995-1-1-2009, при соблюдении условий:  $6 \text{ мм} \leq d \leq 12 \text{ мм}$ ,  $0,6 \leq d_1/d \leq 0,75$ , где  $d$  – наружный диаметр резьбы;  $d_1$  – внутренний диаметр резьбы, определяется:

$$F_{ax,k,Rk} = \frac{n_{ef} f_{ax,k} d l_{ef} k_d}{1,2 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}$$

где  $f_{ax,k} = 0,52 d^{-0,5} l_{ef}^{-0,1} \rho_k^{0,8}$ ;  $k_d = \min \frac{d}{g}$  или 1;  $F_{ax,k,Rk}$  – нормативная несущая способность на выдергивание действующая под углом  $\alpha$  к волокнам, Н;  $f_{ax,k}$  – нормативная прочность на выдергивание перпендикулярно волокнам, Н/мм<sup>2</sup>;  $n_{ef}$  – расчетное число винтов;  $l_{ef}$  – длина резьбовой части, в мм;  $\rho_k$  – нормативная плотность, кг/м<sup>3</sup>;  $\alpha$  – угол между осью винта и направлением волокон, где  $\alpha \geq 30^\circ$ .

Если условия не соблюдаются, то нормативная несущая способность на выдергивание определяется:

$$F_{ax,a,Rk} = \frac{n_{ef} f_{ax,k} d l_{ef}}{1,2 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \left( \frac{\rho_k}{\rho_a} \right)^{0,8}$$

где  $f_{ax,k}$  – значение нормативной прочности перпендикулярной волокнам определяется в соответствии с EN 14592 в зависимости от связной плотности  $\rho_a$ ;  $\rho_a$  – связная плотность для  $f_{ax,k}$ , кг/м<sup>3</sup>.

Расчетная несущая способность соединений деревянных элементов на шурупах, работающих на выдергивание согласно ТКП 45-5.05-146-2009 определяется:

$$R_d = f_{v2,d} \cdot \pi d l_{d1}$$

где  $f_{v2,d}$  – расчетное сопротивление выдергиванию шурупа на единицу поверхности соприкосновения нарезанной части шурупа с древесиной, которое следует принимать для воздушно-сухой древесины равным 1 МПа;  $d$  – наружный диаметр нарезанной части шурупа;  $l_{d1}$  – расчетная длина защемленной части шурупа, равная длине нарезанной части.

Из вышеприведенного можно сделать вывод о необходимости дальнейшего исследования данных соединений.

М.Г. МУСТАФА  
Научный руководитель Е.В. КЛИМЕНКО, д-р техн. наук, проф.  
«ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА  
И АРХИТЕКТУРЫ»  
Одесса, Украина

Сжатые бетонные элементы довольно часто встречаются в практике строительства. Это и короткие опорные столбики, и элементы стен подвалов и другие элементы. Кроме того, бетонные конструкции есть частный случай железобетонных, поэтому, изучая их, можно исследовать работу бетона в «чистом виде».

В процессе эксплуатации все конструкции, в том числе и бетонные, подвергаются влиянию внешней нагрузки и воздействию окружающей среды. Вследствие этого происходит их частичное разрушение. Как показывают многочисленные наблюдения, наиболее распространенным видом износа бетонных сжатых элементов есть частичное разрушение сечения из-за коррозии бетона (или его физического разрушения). При этом фронт зоны разрушения, как правило, не параллелен главным осям и в результате частичного разрушения образуется сложное сечение.

Действующие в Украине нормы по проектированию бетонных и железобетонных конструкций (СНиП 2.03.01-84\*) дают общие указания по определению предельной силы для бетонных внецентренно сжатых бетонных элементов:

$$N \leq R_b A_b, \quad (1)$$

где  $A_b$  – площадь сжатой зоны бетона, определяемая из условия, что её центр тяжести совпадает с точкой приложения равнодействующей внешних сил; остальные обозначения – общепринятые.

Выражение (1) не дает возможности определять остаточную прочность бетонных конструкций с учетом физической нелинейности материала и не имеет экспериментального обоснования для сложных видов поперечного сечения (например, в случае деградации элемента). Для устранения указанных недостатков в Одесской государственной академии строительства и архитектуры запланирован и проведен трехфакторный эксперимент, который дал возможность описать напряженно-деформированное состояние сжатых жестких бетонных элементов, имеющих повреждение поперечного сечения и на этой базе в дальнейшем создать методику расчета их остаточной прочности, т.е. определить техническое состояние конструкций в процессе эксплуатации.

В докладе приводятся данные об опытных образцах и результатах их испытаний.

И.С. МЕЛЬНИКОВА

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

Стратегическая цель управления качеством автомобильных дорог для предприятий дорожной отрасли – стать конкурентоспособными на рынке дорожно-строительных работ, сохранить рабочие места, обеспечить высокое качество труда. Реализация стратегической задачи обеспечения качества продукции предприятиями отрасли позволяет использовать критерии социально-экономического развития предприятий в качестве критериев мониторинга процессов управления качеством автомобильных дорог.

Для оценки результатов инновационного управления можно использовать интегральный индекс конкурентоспособности предприятий и организаций дорожной отрасли. К основным агрегированным факторам следует относить открытость экономики, технологии, труд, менеджмент.

Помимо четырех вышеперечисленных агрегированных факторов, в случае дорожно-эксплуатационных организаций авторами предлагается также учитывать результаты исследований, проводимых ежегодно РУП «Белдорцентр», и применять в качестве пятого фактора индекс соответствия требованиям технических нормативно-правовых актов (ТНПА) параметров, характеризующих технико-эксплуатационное состояние автомобильных дорог.

Были проанализированы результаты деятельности РУП «Могилевавтотор» и РУП «Витебскавтодор» за 2009 год, а также данные исследований РУП «Белдорцентр» для сети автомобильных дорог, обслуживаемых данными организациями. В соответствии с полученными данными были рассчитаны показатели организаций по пяти агрегированным факторам, определены интегральные индексы конкурентоспособности РУП «Могилевавтотор» и РУП «Витебскавтодор» за 2009 год, проведен сравнительный анализ полученных результатов.

Расчет данного показателя позволяет оценить следующее: насколько эффективно предприятие осуществляет свою деятельность, как решает задачу сохранения рабочих мест и создания качественных условий труда работников. Индекс может быть положен в основу рейтинговой системы оценки работы дорожно-эксплуатационных организаций.

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  $h = 2c$  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 вертикальную и радиальную оси координат обозначим  $q = q(r, \varphi)$ ,  $p = p(r, \varphi)$ .

Постановка задачи проводится в цилиндрической системе координат  $r, \varphi, z$ . Срединную плоскость принимаем за координатную, ось  $z$  направляем ей перпендикулярно вверх. В этом случае перемещения в пластине выражаются через пять искомым функций  $u_r, u_\varphi, \psi_r, \psi_\varphi, w$  (соответственно радиальное и тангенциальное перемещения, радиальный и тангенциальный угол наклона нормали и прогиб).

Уравнения равновесия рассматриваемой пластины в перемещениях получены с помощью принципа возможных перемещений Лагранжа:

$$\begin{aligned} a_3 \left( \psi_{r,rr} + \frac{\psi_{r,r}}{r} - \frac{\psi_{r,\varphi\varphi}}{r^2} \right) + a_6 \frac{\psi_{r,\varphi\varphi}}{r^2} - a_3 \left( w_{,rr} + \frac{w_{,r}}{r} - \frac{w_{,\varphi\varphi}}{r^2} + \frac{w_{,\varphi\varphi}}{r^2} - 2 \frac{w_{,\varphi\varphi}}{r^3} \right) + (a_6 + a_4) \frac{\psi_{\varphi\varphi}}{r} - (a_3 + a_6) \frac{\psi_{\varphi\varphi}}{r^2} - Q_\varphi = 0; \\ a_6 \left( \psi_{\varphi,rr} + \frac{\psi_{\varphi,r}}{r} - \frac{\psi_{\varphi,\varphi\varphi}}{r^2} \right) + a_3 \frac{\psi_{\varphi,\varphi\varphi}}{r^2} - a_3 \left( \frac{w_{,r\varphi\varphi}}{r} + \frac{w_{,\varphi\varphi\varphi}}{r^3} + \frac{w_{,r\varphi\varphi}}{r^2} \right) + (a_4 + a_6) \frac{\psi_{r,\varphi\varphi}}{r} + (a_3 + a_6) \frac{\psi_{r,\varphi\varphi}}{r^2} - Q_\varphi = 0; \\ (a_5 + a_2) \frac{u_{r,\varphi\varphi}}{r} + (a_5 + a_1) \frac{u_{r,\varphi\varphi}}{r^2} + a_5 \left( u_{\varphi,\varphi} - \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; \\ a_3 \left( \psi_{r,rr} + 2 \frac{\psi_{r,r}}{r} - \frac{\psi_{r,\varphi\varphi}}{r^2} + \frac{\psi_{r,\varphi\varphi}}{r^3} - \frac{\psi_{r,\varphi\varphi}}{r^3} + \frac{\psi_{r,\varphi\varphi}}{r^2} \right) + a_3 \left( -\frac{\psi_{\varphi,\varphi\varphi}}{r^2} + \frac{\psi_{\varphi,\varphi\varphi}}{r^3} + \frac{\psi_{\varphi,\varphi\varphi}}{r^3} + \frac{\psi_{\varphi,\varphi\varphi}}{r} + 2 \frac{\psi_{r,\varphi\varphi}}{r^3} \right) \\ - a_3 \left( w_{,rrr} + 2 \frac{w_{,rr}}{r} - \frac{w_{,r\varphi\varphi}}{r^2} + \frac{w_{,r\varphi\varphi}}{r^3} - \frac{w_{,\varphi\varphi\varphi}}{r^3} + \frac{w_{,\varphi\varphi\varphi}}{r^2} \right) - a_3 \left( 4 \frac{w_{,\varphi\varphi}}{r^4} + \frac{w_{,\varphi\varphi\varphi}}{r^4} + \frac{w_{,\varphi\varphi\varphi}}{r^2} - \frac{w_{,\varphi\varphi\varphi}}{r^3} \right) = -q \end{aligned}$$

Запятая в нижнем индексе обозначает операцию дифференцирования по следующей за ней координате.

Добавив к ней принятые граничные условия, получим замкнутую краевую задачу для нахождения перемещений в задаче о неосесимметричном изгибе пластины типа Тимошенко.

А.А. КОВАЛЕНКО  
Научный руководитель Ю.В. ПОПКОВ, канд. техн. наук, доц.  
Учреждение образования  
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Новополоцк, Беларусь

В настоящее время в строительной индустрии Республики Беларусь и других европейских странах широко используются облегчённые сборно-монолитные перекрытия типа «MARSHAL», «GRUBER», «ДАХ» (серия Б.1.146.1-1.02), где монолитный бетон применяется в сочетании с дополнительно уложенными на сборные балки лёгкими элементами (керамзитобетонными, пенополистирольными или керамическими мелкогазобетонными блоками). В нашей стране хорошо известно сборно-монолитное перекрытие серии Б.1.146.1-1.02, разработанное сотрудниками УО «ПГУ». Особенностью работы рассматриваемой конструкции перекрытия является возникновение предварительного напряженно-деформированного состояния в составном сечении (элементах сечения) вследствие передачи на них усилий, возникших от усадки монолитного бетона на стадии его твердения. Возникло предположение, что такое преднапряжённое состояние положительно влияет на трещиностойкость и жёсткость конструкции в процессе эксплуатации.

*В связи с этим поставлены следующие задачи эксперимента:* выявить особенности совместной работы монолитного и сборного бетона; влияние усадки монолитного бетона на деформативность сечения конструкции под действием нагрузки в дальнейшем; сопоставить экспериментальные данные с расчётными.

*Основные результаты и выводы проведённых исследований:* разрушение всех испытанных образцов произошло при достижении в растянутой арматуре напряжений, равных пределу текучести; расчётный момент образования трещин в 2,2...2,6 раза меньше экспериментального, расчётный прогиб в 1,2...1,8 раза больше экспериментального; при наблюдении за процессом образования трещин замечено, что в  $\approx 50\%$  трещин (через одну) направление их раскрытия происходило не от самой растянутой грани сечения к нейтральной оси, что характерно для обычного железобетона, а от контактного шва соприкосновения монолитного бетона и бетона сборной балки.

С.В. МЕЛЬНИК  
Научный руководитель Е.М. БАБИЧ, д-р техн. наук, проф.  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»  
Ровно, Украина

Достаточно часто железобетонные конструкции поддаются действию малоцикловых нагрузок, которые могут возникать в пределах эксплуатационного уровня или превышать его. Влияние таких нагрузок на прочностные и деформативные свойства бетона, а также на напряженно-деформированное состояние конструкции в целом изучено недостаточно. В результате действия циклических нагрузок конструкция может потерять способность к нормальной эксплуатации или возможно ее разрушение. Поэтому, целью исследований является изучение и сравнение работы усиленных железобетонных балок при действии на них циклических и статических нагрузок.

Для экспериментальных исследований были изготовлены две серии железобетонных балок длиной 2 м с размерами поперечного сечения 160x100 мм, из бетона класса В25 для первой серии и В30 – для второй. Армировались образцы одним, двумя и тремя стержнями  $\phi 10$  класса А400С. Поперечную арматуру располагали с шагом 50 мм из стали  $\phi 4$  Вр-1 для балок первой серии, и  $\phi 6$  А240С – для второй.

На первом этапе исследований выполнялись испытания балок без усиления на действие статической и циклической нагрузки. Количество циклов нагрузки приняли равной 10. От 1-го по 4-й и от 6-го по 9-й цикл прикладывали нагрузку в пределах 0,3–0,6 от разрушающей, на 5-ом – 0,3–0,8. Разрушение балок выполняли на 10-ом цикле. На втором этапе проводилось усиление балок непригодных к последующей эксплуатации в нижней зоне посередине пролета уголками, соединенных стержнями и четырьмя металлическими тяжами, прикрепленных к металлическим пластинам, которые находятся на торцах балки. Усиленные балки испытывались по аналогичной методике, что и неусиленные.

Обработка экспериментальных данных показала, что в результате действия циклических нагрузок относительные деформации бетона растут. При загрузке на 10-ом цикле балки показали меньшую несущую способность, которая является результатом малоцикловых нагрузок. Усиленные балки при однократном и циклическом нагружении выдерживают нагрузку, которая в 1,3...2,3 больше чем неусиленных. Это объясняется работой усиления как дополнительного армирования, которое перераспределяет перераспределение усилий и вызывает увеличение рабочей высоты сечения и высоты сжатой зоны бетона, которая включаясь в работу, повышает несущую способность балок.

УДК 621.012.45  
УВЕЛИЧЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ  
ПЛИТ МЕТОДОМ СОЗДАНИЯ НЕРАЗРЕЗНОСТИ

И.В. МАРЧЕНКОВА

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

Одним из современных направлений сокращения затрат в строительной отрасли является разработка эффективных способов усиления уже имеющихся конструкций.

Проводится изучение усиления железобетонных плит покрытий и перекрытий методом создания неразрезности. Метод способствует изменению усилий от внешней нагрузки, которые перераспределяются между усиливаемым и усиливающим элементами пропорционально жесткостным характеристикам. Усиление производят путем установки дополнительной арматуры на промежуточных опорах с обеспечением ее совместной работы с усиливаемыми конструкциями.

После установки дополнительного армирования производится замоноличивание швов между торцами плит перекрытий и устройство наращивания. При этом толщина шва между торцами усиливаемых плит перекрытия бывает различной. Бетон, которым выполняют наращивание и замоноличивание швов на неразрезных опорах может отличаться от бетона усиливаемых конструкций прочностными и деформативными характеристиками. Усиление плит перекрытий происходит под нагрузками, минимальной из которых всегда является собственный вес конструкции.

Важными предметами исследования при усилении железобетонных плит методом создания неразрезности является прочность, жесткость и трещиностойкость. Необходимость проведения исследований определяется неизученностью данного метода усиления, отсутствием методики расчета, учитывающей влияние напряженно-деформированного состояния конструкции до усиления и особенностей деформирования замоноличенного шва между торцами плит на неразрезных опорах на прочность, жесткость и трещиностойкость усиленной конструкции. Из вышеперечисленного следует, что экспериментально-теоретические исследования этих параметров являются важными и своевременными.

Железобетонные многопролетные изгибаемые статически неопределимые конструкции произвольной формы рассчитываются с помощью существующих методов строительной механики, при этом учитывают физическую нелинейность их свойств.

УДК 624.07  
ВНЕШНЕЕ ЛИСТОВОЕ АРМИРОВАНИЕ ПРИ УСИЛЕНИИ  
ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Е.В. КОЖЕМЯКИНА, В.Н. МЕДВЕДЕВ

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

Конструктивные решения, применяемые при реконструкции балочных конструкций с использованием внешнего листового армирования, позволяют проводить их усиление с минимальными финансовыми и трудовыми затратами.

В качестве армирующего листового материала может служить как листовая прокатная сталь, так и полимерный материал. В зарубежной практике большое распространение получили полимеры на основе углеродного волокна, кевлара, стекловолокна в качестве внешнего армирования. Материалы, полученные на основе этих волокон, могут быть в виде как жестких пластин, так и гибкого полотна.

Применение внешнего листового армирования в балочных и плитных конструкциях может быть рассмотрено как для создания новых конструкций, так и для конструкций, нуждающихся в усилении сжатой зоны конструкции, растянутой зоны конструкции, зоны среза конструкции, и на восприятие крутящего момента.

При сравнительном рассмотрении материалов стальное армирование является менее прочным, но более эластичным. Для армирования с применением полимерных материалов характерны высокая прочность, эластичность, большой модуль упругости, но низкие значения предельных деформаций.

Наиболее часто внешнее армирование устраивают в нижней растянутой зоне конструкции, так как это наиболее эффективно повышает изгибную прочность конструкции, защищает бетон и открытую стержневую арматуру от коррозии. Внешнее армирование может быть устроено также сбоку, тогда оно воспринимает как изгибающий момент, так и вертикальную силу, позволяет повысить несущую способность без значительного снижения упругости конструкции. Устройство внешнего армирования в сжатой части конструкции повышает жесткость, позволяет перераспределить сжимающие усилия в усиливаемой зоне конструкции.

Разрушение конструкций и их элементов, усиленных внешним листовым армированием, происходит в местах концентраций напряжений. Развитие отслоения внешнего листового армирования зависит от прочностных и деформативных свойств усиливаемого элемента, армирующего материала и связующего материала на границе.

А.Н. КОЗЕЛ  
Научный руководитель В.Д. ГРИНЕВ, канд. техн. наук, доц.  
Учреждение образования  
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Полоцк, Беларусь

Расчетная нормативная методика определения глубины заделки консольных балок в кирпичную кладку не в полной мере учитывает факторы действительной работы этих конструкций. Недостаточно корректно моделируется распределение реактивного момента, обеспечивающего устойчивость равновесия внутренних и внешних усилий и воздействий, в предельной стадии нагружения.

Предложены поправки к расчету глубины заделки консольных балок в кирпичную кладку, проведены исследования работы консольных балок в зоне защемления, проанализировано распределение силовых факторов в зоне заделки и упругая работа кладки. Проведены расчеты для разных значений длины защемления балок, определены возникающие при этом сжимающие и растягивающие напряжения на гранях. Получены формулы для определения функций усилий:

$$Q(x) = ql - q_1 x + \frac{(q_1 + q_2)x^2}{2a},$$
$$M(x) = -\frac{ql^2}{2} - qlx + \frac{q_1 x^2}{2} - \frac{(q_1 + q_2)x^3}{6a},$$

где  $Q(x)$  – поперечная сила;  $M(x)$  – изгибающий момент;  $q, q_1, q_2$  – поперечные усилия;  $a$  – глубина заделки;  $l$  – длина балки;  $x$  – длина рассматриваемого участка.

Получено распределение реактивных усилий на глубине заделки, что позволяет более точно проектировать распределительные подкладки. Предложена методика расчета нахождения глубины заделки консольных балок в кирпичную кладку.

Д. В. ЛЕОНЕНКО  
Научный руководитель Э.И. СТАРОВОЙТОВ, д-р физ.-мат. наук, проф.  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»  
Гомель, Беларусь

Для изотропных несущих слоёв приняты гипотезы Бернулли, в жёстком заполнителе справедливы точные соотношения теории упругости с линейной аппроксимацией перемещений его точек от поперечной координаты  $z$ . Материалы несущих слоёв несжимаемы в поперечном направлении, в заполнителе учитывается обжатие. Деформации малы.

Система координат  $x, y, z$  связывается со срединной плоскостью заполнителя. На нижнюю поверхность второго несущего слоя действует реакция упругого основания  $q_r(x, t)$ . Через  $w_k(x, t)$  и  $u_k(x, t)$  обозначены прогибы и продольные перемещения срединных поверхностей несущих слоёв.

Уравнения движения трёхслойного стержня следуют из принципа Лагранжа с учетом работы сил инерции:

$$\delta A - \delta W = \delta A_I, \quad (1)$$

где  $\delta A$  – вариация работы внешних сил;  $\delta W$  – вариация работы внутренних сил упругости;  $\delta A_I$  – вариация работы сил инерции.

В рамках модели Пастернака реакция основания равна

$$q_r = \kappa_0 w_2 - t_f \Delta w. \quad (2)$$

Подставив значения вариаций в (1) с учетом (2), получена система дифференциальных уравнений, описывающая собственные колебания системы стержень-основание:

В качестве граничных принимаются условия свободного опирания стержня по торцам на неподвижные в пространстве жёсткие опоры.

$$w_k = u_{k,x} = w_{k,xx} = 0 \quad (k = 1, 2). \quad (3)$$

Начальные условия движения будут ( $t = 0$ )

$$u_k(x, 0) = u_{k0}(x); \quad \dot{u}_k(x, 0) = \dot{u}_{k0}(x);$$
$$w_k(x, 0) = w_{k0}(x); \quad \dot{w}_k(x, 0) = \dot{w}_{k0}(x) \quad (k = 1, 2). \quad (4)$$

Таким образом, рассмотрена постановка начально-краевой задачи (1–4) о собственных колебаниях трехслойного стержня на упругом основании Пастернака. Получены аналитические и численные решения для стержней со сжимаемым заполнителем.

УДК624.012.45

УСИЛЕНИЕ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ  
КОНСТРУКЦИЙ В ЗОНЕ СРЕЗА

Е.Д. ЛАЗОВСКИЙ

Научный руководитель Д.О. ГЛУХОВ, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Полоцк, Беларусь

В процессе реконструкции существующих строительных объектов часто приходится прибегать к усилению строительных конструкций.

Среди усиливаемых конструкций в общей массе значительную долю занимают изгибаемые железобетонные конструкции.

Важным элементом всего комплекса мероприятий, связанных с усилением конструкций, является расчет усиленной конструкции. При этом, если усиление производится при полной разгрузке усиливаемой конструкции, то этот вопрос решается достаточно просто, с применением существующих методик расчета. Задача данной работы состояла в том, чтобы выбрать из существующих методик расчета на срез изгибаемых железобетонных элементов ту, которая наиболее точно отражает физику процесса работы на срез конструкции и адаптировать ее для расчета усиленных конструкций.

Было изготовлено и испытано 4 балки пролетом 3 м (табл. 1). Балки БН-1, БН-2 и БН-3 с размерами поперечного сечения 100x400 мм. БН-1 была испытана как эталонная, нагрузкой от двух сосредоточенных сил, приложенных на расстоянии  $2,5d$  от грани опоры. БН-2 была доведена до наклонных трещин, разгружена и усилена посредством увеличения ширины поперечного сечения до 200 мм и добавлением 2-х каркасов поперечной арматуры. БН-3 также была доведена до образования наклонных трещин и усилена под нагрузкой как и БН-2. БН-4 с размерами поперечного сечения 200x400 мм была испытана как эталонная, соответствующая усиленной конструкции.

В ходе эксперимента были получены экспериментальные данные и на их основе построена модель, пригодная для расчета усиленных, увеличением поперечного сечения, изгибаемых железобетонных элементов на срез.

Табл. 1. Прочность опытных балок

Балка	Максимальная поперечная сила, кН (опытные данные)	Максимальная поперечная сила, кН (теоретические данные)	Отношение опытных данных к теоретическим
БН-1	129,98	121,5	1,07
БН-2	127,53	121,5	1,05
БН-3	71,12	65,8	1,08
БН-4	112,81	110,86	1,02

УДК 624.072.21.7

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ  
В ЗАКОНЕ НЕЛИНЕЙНО-УПРУГОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ  
ОСНОВАНИЯ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ  
СОСТОЯНИЕ БАЛОЧНОЙ ПЛИТЫ

О.В. КОЗУНОВА

Научный руководитель С.В. БОСАКОВ, д-р техн. наук, проф.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ТРАНСПОРТА»

Гомель, Беларусь

Предлагается модель упругого слоя конечной толщины с модулем, изменяющимся по нелинейному закону. В законе деформирования основания использована степенная функция, которая исследуется в сравнении с функцией гиперболический тангенс, предложенной ранее в работах О.В.Козуновой, С.В.Босакова.

В проводимых исследованиях решаются задачи нелинейной теории упругости (плоская деформация): *линейно упругая* балка (плита) на *нелинейно-упругом* неоднородном основании, ослабленном биогенными включениями. Каждый слой грунта и биогенные включения описываются, как *нелинейно деформируемая* однородная среда.

В расчетах рассматриваются реальные грунты, которые соответствуют результатам геологических изысканий в н.п. Тихиничи, Жлобинского района, Гомельской области.

В *результате* нелинейных расчетов необходимо определить распределение реактивных давлений в контактной зоне балочной плиты с основанием и внутренние усилия в сечениях плиты.

*Решение краевых задачи* строится в перемещениях и реализуется методом конечных разностей (МКР), то есть заменой дифференциальных уравнений линейными конечно-разностными соотношениями. В результате система дифференциальных уравнений заменяется системой линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) порядком  $2N$ . Для реализации указанного подхода составлена программа на языке *Mathematica 6.0*, проведена ее числовая апробация для двухслойных оснований с учетом биогенных включений, для *разных законов деформирования* основания.

**Сравнение результатов.** Вычисления и результаты нелинейных расчетов показали, что на скорость сходимости итерационного процесса влияет правильный *выбор функции в законе нелинейно-упругого деформирования*: степенная функция возрастающая, не имеет асимптоты, поэтому итерационный процесс сходится медленно и только для определенных значений предельных напряжений, что влияет на описание НДС балочной плиты.

С.А. КОЛОМАЦКАЯ  
Научный руководитель В.С. ЛЕСОВИК, д-р техн. наук, проф.  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.Шухова»  
Белгород, Россия

Республика Беларусь занимает ведущее положение в Европе по производству изделий из автоклавного ячеистого бетона. Только в Могилевской области работают три иностранные линии по изготовлению ячеистобетонных блоков. Тенденции к наращиванию объемов производства автоклавного ячеистого бетона имеются и в России.

Большинство современных предприятий, производящих изделия из автоклавного ячеистого бетона, выпускают продукцию со средней плотностью не ниже D500 при классе прочности B2,5. Анализ энергетических параметров твердеющей системы показал, что предприятиями не в полной мере используется энергетический потенциал, заложенный в вяжущих веществах. Для ячеистобетонных смесей на начальных этапах твердения, наблюдается экстремальная зависимость величины тепловыделения в зависимости от средней плотности. Реализация оптимальных условий для твердения, сочетающая в себе рациональный выбор сырьевых компонентов и параметров предварительной выдержки массивов, позволяет оптимизировать пористую структуру твердеющего массива и получать изделия со средней плотностью D400 и даже D350 при классе прочности B2,5. Кроме того, становится возможным получения изделий с предельно низкими средними плотностями вплоть до D100.

Использование изделий с такими характеристиками в строительстве дает существенный эффект, заключающийся, как в снижении трудоемкости, так и в повышении энергетического качества ограждающих конструкций. Блоки со средней плотностью D400, используемые как конструктивно-теплоизоляционный материал, позволяют получить ограждающие конструкции, обеспечивающие минимум энергопотребления зданий. Такие здания за рубежом носят название «пассив хаус».

Таким образом, повышение энергетической эффективности изделий из автоклавного ячеистого бетона, как при их производстве, так и в процессе строительства обеспечивает реализацию энергосберегающих технологий и является инновационным.

А.Д. ЛАЗОВСКИЙ  
Научный руководитель Е.Н. БАДАЛОВА  
Учреждение образования  
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Новополоцк, Беларусь

Приведены результаты исследования работы контактного соединения бетон – дополнительная арматура на основе углеродных волокон.

Образцами для экспериментального исследования являлись железобетонные блоки размерами поперечного сечения 140(b)х250(h) мм длиной 500 мм. Блоки Б1–Б15 усиливали приклеиванием к поверхности бетона пластин на основе углеродных волокон типа Sika CarboDur S512 ( $f_{ik} = 2465 \text{ МПа}$ ,  $E = 160000 \text{ МПа}$ ). Блоки Б16–Б21 усиливали вклеиванием в предварительно выполненные пазы пластин типа Sika CarboDur S512. В последнем случае пластина распиливалась вдоль волокон и ширина ее составляла 25 мм. Пластины приклеивались на различной длине от 25 до 400 мм, вклеивание осуществлялось на длине от 40 до 150 мм.

Испытания показали, что рост разрушающей нагрузки наблюдался при увеличении длины приклейки углепластиковой пластины на наружную поверхность блока с 25 до 200 мм. Для блоков, усиленных пластинами на длине 200 мм и более, среднее значение разрушающей нагрузки оставалось постоянным и составило 37,5 кН (рис. 1).

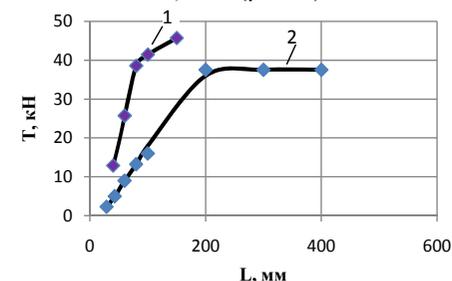


Рис. 1. График зависимости разрушающего сдвигающего усилия от длины приклеивания (вклеивания) пластины: 1 – для пластин, приклеенных на наружную поверхность; 2 – для пластин, вклеенных в пазы

Для блоков с вклеенной в пазы арматурой усиления наблюдался аналогичный рост разрушающей нагрузки с увеличением длины пластины.

Экспериментальные исследования показали, что прочность контактного соединения при равной его площади выше для случая вклеивания пластины в пазы по сравнению с ее приклеиванием к наружной поверхности бетона.

УДК 625.855.3  
ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ДОЛОМИТОВОГО ЩЕБНЯ  
В СОСТАВЕ АСФАЛЬТОБЕТОНА

Л.О. КУЛИНА, Т.А. ЧИСТОВА  
Научный руководитель А.В. БУСЕЛ, д-р техн. наук, проф.  
Республиканское дочернее унитарное предприятие  
«БЕЛОРУССКИЙ ДОРОЖНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ «БелдорНИИ»  
Минск, Беларусь

При строительстве автомобильных дорог предпочтение отдается гранитным минеральным материалам, потребность в которых постоянно растет. Очевидна необходимость поиска альтернативных материалов. В практике дорожного строительства гранитный щебень частично заменяют доломитовым. Однако применение доломитового щебня ограничено его низкой морозостойкостью и водонепроницаемостью.

Решение указанной проблемы может быть осуществлено путем обработки поверхности доломита неорганическими и органическими веществами, приводящей к снижению водопоглощения материала.

Известны способы модификации доломитового щебня обработкой его нефтяным гудроном, жидким стеклом, а также тяжелой смолой пиролиза бензина. Однако данные способы не получили широкого применения, поскольку нефтяной гудрон и тяжелая смола пиролиза бензина могут выгорать при прохождении через сушильный барабан на асфальтобетонном заводе, а модифицированный жидким стеклом доломитовый щебень не обеспечивает прочного сцепления с битумом, что не позволяет использовать его в асфальтобетонной смеси.

Предложено использовать для модификации поверхности доломита первичные фосфаты калия и (или) натрия. Данные модификаторы вступают в химическое взаимодействие с доломитом и образуют водонерастворимые соединения, которые препятствуют проникновению воды в поры минерала.

Работы по модифицированию доломитового щебня и дальнейшему использованию его в составе асфальтобетонной смеси, выполненные в лабораторных условиях показали, что применение предлагаемых модификаторов позволяет увеличить марку щебня по морозостойкости и не ухудшает адгезию битума со щебнем, что предполагает успешное применение его для получения асфальтобетонной смеси. Использование модифицированного щебня в асфальтобетонной смеси позволяет снизить водонасыщение в 1,7 раз и приводит к увеличению коэффициента длительной водостойкости и морозостойкости в 1,3 и 1,1 раза соответственно.

УДК 624.012.25  
ИССЛЕДОВАНИЕ ПО НОРМАЛЬНЫМ СЕЧЕНИЯМ  
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК УСИЛЕННЫХ РАЗНЫМИ МЕТОДАМИ

А.П. КОНОНЧУК  
Научный руководитель А.П. БОРИСЮК, канд. техн. наук, доц.  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»  
Ровно, Украина

В основе лежит изучение и сравнение работы усиленных разными методами в растянутой зоне изгибаемых железобетонных элементов, которые испытывают влияние как однократных, так и малоцикловых нагрузок.

Были взяты два метода усиления: первый метод – это давно известный стержневой метод усиления, который выполняется с помощью системы арматурных стержней, уголков и опорных пластин; второй метод – это усиление с помощью композитных материалов швейцарской фирмы Sika, которые приобретают широкое использование в Украине. Применялись малоцикловые нагрузки высоких уровней: количество циклов нагрузки на образцы равно 10. С 1-го по 4-й цикл нагрузка составляла в пределах 0,3...0,6 от разрушающей, с 5 по 9 – 0,3...0,85; с 6 по 8 – 0,3...0,6. Разрушение балок проводилось на 10-ом цикле.

Уже проведено испытание двух серий балок, усиленных первым методом. Балки армировались тремя видами: соответственно с одной, двумя и тремя рабочими стержнями Ø10 класса А-400С.

На основе данных исследований можно утверждать, что уже при 5-ом повторении одного и того же цикла величина относительных деформаций является стабильной и практически неизменной, а при изменении загрузки (одноразовом увеличении) получаем увеличение относительных деформаций. При загрузке на 10-ом цикле балки показали меньшую несущую способность, которая является следствием малоцикловых нагрузок. Усиленные балки выдерживают нагрузку в 1,7–2 раза выше. Это объясняется работой усиления как дополнительного армирования, которое перераспределяет перераспределение усилий и вызывает увеличение высоты сжатой зоны бетона.

На сегодняшний день изготовлена третья серия балок в количестве 12 штук. Образцы армированы двумя рабочими стержнями Ø10 класса А-500С. Балки будут усилены вторым методом, который даст возможность исследовать поведение балок при влиянии малоцикловых нагрузок высоких уровней. Цель исследования – разработать расчет усиленных изгибаемых элементов, внося изменения в украинские нормы, и сравнить его эффективность с уже существующими методами усиления.

А.С. КОПЫЛОВ

Научный руководитель В.З. МАГЕРГУТ, д-р техн. наук, проф.  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионально образования  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.Шухова»  
Белгород, Россия

Создание систем нечеткого управления является возможным подходом к решению задач по управлению вращающейся цементной печью, как сложного нелинейного, распределенного объекта, характеризующегося неполнотой и нечеткостью информации о его работе.

Печь, как объект управления, отобразим, используя представление о так называемом «черном ящике». «Черный ящик» имеет  $n$  входов и  $m$  выходов, взаимосвязь между которыми невозможно описать, используя методы классической теории управления. Каждому входу и выходу в соответствие ставится лингвистическая переменная.

На основании результатов теоретических исследований и статистических данных, полученных в ходе экспериментального наблюдения за работой цементной печи №1 ЗАО «Осколцемент» (г. Старый Оскол), были определены функции принадлежности (ФП) для входных и выходных лингвистических переменных модели печи. Большинство из них представляют собой функции Гаусса.

Устройство управления для объекта такого рода как вращающаяся печь работает на основании имеющейся базы правил, связывающих лингвистические переменные. Полная база правил  $N$ , для  $K$  входных лингвистических переменных, описываемых, соответственно,  $m, n, l \dots$  ФП, будет равна их произведению, т.е.  $N=m \cdot n \cdot p \dots$ . В частности, если число ФП для каждой из лингвистических переменных одно и то же, т.е.  $m=n=p=\dots$ , то полная база правил составит  $N=m^K$ .

С целью сокращения базы правил можно прибегнуть к частичной декомпозиции объекта, введя дополнительную его часть – ДОУ с новой выходной переменной. Такая декомпозиция позволяет разбить нечеткое устройство управления на две части, база правил для которых существенно уменьшается.

Для проверки адекватности разработанной нечеткой модели управления был проведен ряд экспериментов, с использованием пакета Simulink MATLAB. В ходе экспериментов было установлено, что полученная модель является адекватной реальному объекту.

А.И. КОРНИЙЧУК

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»  
Ровно, Украина

В строительстве часто встречаются железобетонные элементы, которые испытывают действие малоциклических знакопеременных нагрузок. Надежность эксплуатации таких конструкций будет обеспечена лишь при условии правильной оценки во время проектирования их реальной работы.

Методы расчета прочности наклонных сечений, рекомендуемые действующими нормативными документами, не дают возможности достаточно полно учитывать многочисленные факторы, которые влияют на характер напряженно-деформированного состояния элемента в зоне одновременного действия изгибающего момента и поперечной силы.

В результате проведенных экспериментов было установлено, что малоциклическая знакопеременная нагрузка снижает прочность наклонных сечений от 5 % до 25 % в зависимости от вида поперечного армирования, уровня знакопеременной нагрузки и прочности бетона опытных образцов. На основе экспериментальных данных предложена методика определения прочности наклонных сечений изгибаемых железобетонных элементов при действии указанных нагрузок.

За физическую модель железобетонного элемента принята диско-связевая модель, предложенная А.С. Залесовым и Ю.А. Климовым и развитая А.О. Дмитренко.

Предельная поперечная сила, которую воспринимает наклонное сечение, находится из уравнения равновесия:

$$Q_{act} \leq Q_{u,cycl} = Q_{b1,cycl} + Q_{sw} + Q_{s,cycl} + F_{cre,cycl} \cdot \sin \theta, \quad (1)$$

где  $Q_{b1,cycl}$  – поперечная сила, которую воспринимает бетон над критической наклонной трещиной;  $Q_{sw}$  – поперечная сила, которую воспринимает хомуты;  $Q_{s,cycl}$  – поперечная сила, которую воспринимает продольная арматура (нагельный эффект);  $F_{cre,cycl}$  – величина усилия сцепления в наклонной трещине;  $\theta$  – угол наклона опасной наклонной трещины к продольной оси элемента.

Знакопеременные нагрузки существенно влияют почти на все внутренние усилия, которые возникают в расчетном сечении. Это учитывается введением соответствующих коэффициентов условий работы ( $\gamma_{b,cycl}$ ;  $\gamma_{bt,cycl}$ ;  $\gamma_{x,cycl}$ ;  $\gamma_{Fcre,cycl}$ ;  $\gamma_{Fcre,cycl}$ ).