

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

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

Материалы международной  
научно-технической конференции  
молодых ученых

Могилев, 30–31 октября 2012 г.

Могилев 2012

УДК 621.01: 531: 625.08: 69: 62-82«324»(043.2)

ББК 34.5: 22.21: 39.3: 38: 31.291

H72

Редакционная коллегия: д-р техн. наук, проф. И. С. Сазонов (гл. редактор); д-р техн. наук, доц. В. М. Пашкевич (зам. гл. редактора); В. И. Кошелева (отв. секретарь); д-р техн. наук, проф. В. П. Куликов; д-р техн. наук, проф. М. Ф. Пашкевич; д-р техн. наук, проф. В. П. Тарасик

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

**Новые материалы, оборудование и технологии**  
H72 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, 2012. – 223 с. : ил.  
ISBN 978-985-492-112-9.

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

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

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

ISBN 978-985-492-112-9

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет», 2012

Научное издание

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

Материалы международной  
научно-технической конференции  
молодых ученых  
Могилев, 30–31 октября 2012 г.

Технический редактор И.В. Брискина

Компьютерная верстка И.В. Брискина

Подписано в печать 22.10.2012г. Формат 60x84/16. Бумага офсетная.  
Гарнитура Таймс. Печать трафаретная. Усл.печ.л. 12,96. Уч.-изд.л. 14,18.  
Тираж 100 экз. Заказ № 711.

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

ПАЩУК М.Л. Инновационные процессы как закономерности в развитии современного образования.....	197
ПЕТРОВА Е.С. Оценка эффективности коммерческой деятельности торговой организации на базе концепции логистики.....	198
РАССЕКО Ю.Ю. Оценка инновационного потенциала регионов Беларуси.....	199
РАССЕКО Ю.Ю. Формирование деловой среды региона.....	200
РОЖОК О.А., ТОМИЛОВА Е.М. Особенности программ лояльности, реализуемых розничными торговыми сетями Беларуси...	201
САМАРЦЕВ К.С. Интегрирование компетентностного подхода в управление непрерывным образованием.....	202
СЕДЛУХО О.В. Роль оплаты труда в системе распределительных отношений.....	203
СЕДЛУХО О.В., ХМЕЛЬНИЦКАЯ Н.Н. Методологические аспекты распределительных отношений в экономике.....	204
ТОМИЛОВА Е.М. Сегментация клиентов предприятия на базе MS OFFICE.....	205
ТЮКАЕВ Д.А., КИРИЛЛОВА Е.А. Инновационные основы развития предприятий атомной энергетики.....	206
ТЮТЮННИК А.А. Факторы, определяющие уровень инновационного управления регионом.....	207
ЧУМАЧЕНКО О.И. Инновационная политика Республики Беларусь.....	208
ШЕРОБУРКО Е.Н., ТИПАНКОВА А.В. Международное торговое посредничество.....	209
ШЕРОБУРКО Е.Н., ТРУСОВА С.А. Проблемы инновационной деятельности предприятий Беларуси.....	210
ШУТОВА Д.Ю. Процедура выявления потребности в инновационном опыте на алмазообрабатывающих предприятиях.....	211

УДК 621.86

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ БАЗОВОГО ШАССИ  
КРАНА-МАНИПУЛЯТОРА

И. А. ЛАГЕРЕВ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Брянск, Россия

Для детального исследования динамической нагруженности при движении с грузом требуется представление элементов крана-манипулятора как стержней с распределенными параметрами. В то же время для решения различных прикладных задач, например, при исследовании вибронгруженности оператора это не требуется, потому что основное воздействие на человека оказывает геометрическая неровность опорной поверхности. В связи с этим можно перейти от конечноэлементной к многомассовой модели, содержащей инерционные элементы, соединенные упруго-диссипативными связями. Это позволит снизить трудоемкость расчетов, что особенно важно при предварительных расчетах различных компоновочных вариантов базового шасси крана-манипулятора.

На основании выполненных расчетов можно сделать следующие выводы о воздействии геометрической неровности опорной поверхности на динамическую нагруженность базового шасси крана-манипулятора и вибронгруженность оператора машины АСТ-4-А.

1. Наибольшие амплитуды, скорости и ускорения колебаний наблюдаются в элементах подвески базового шасси крана-манипулятора, что связано с наличием в динамической системе неподдрессоренных масс (опорных катков). База машины колеблется с меньшими амплитудами, так как основное назначение элементов подвески – снижение воздействия геометрической неровности пути на основные несущие элементы машины и транспортируемые объекты. Амплитуда колебаний кресла оператора выше, чем амплитуда колебаний базы. Эти качественные выводы хорошо согласуются с данными экспериментальных исследований.

2. С увеличением неровности дорожного полотна растут амплитуды колебаний всех элементов системы, в том числе тела и головы оператора.

3. Колебания груза на подвесе оказывают незначительное влияние на нагруженность оператора машины, которая определяется воздействием микрорельефа опорной поверхности.

Дальнейшие исследования будут посвящены оценке влияния волнистости опорной поверхности с длиной волны сопоставимой с длиной машины, оснащенной краном-манипулятором.

ПОВЫШЕНИЕ КПД И НАГРУЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТИ  
ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ КУЛАЧКОВОЙ РОЛИКОВОЙ ПЕРЕДАЧИ  
С МАЛЫМИ РАДИАЛЬНЫМИ ГАБАРИТАМИ

А. П. ПРУДНИКОВ

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

Для потребителя большое значение имеет выбор оптимального редуктора, обусловленный спецификой механизма, в котором он будет применяться. Наибольшее распространение получили зубчатые передачи. Однако существуют инженерные задачи, для решения которых их использование не целесообразно, и более эффективным является применение передач других типов. К таким инженерным задачам относятся: создание редукторных узлов для буровой техники, автотракторные дифференциалы повышенного трения, средства механизации. Общим для указанных задач является ограничение, накладываемое на диаметральные габаритные размеры применяемых передач.

Были проанализированы существующие конструкции передач с радиальными габаритами в диапазоне 80÷140 мм, отвечающем указанным инженерным задачам. Наиболее подходящими, исходя из требования высокой нагрузочной способности при малых габаритах и массе, являются цилиндрические передачи с промежуточными телами качения. Они, в свою очередь, делятся на две группы: с силовым и геометрическим замыканием тел качения с кулачками. Для последней характерна более высокая нагрузочная способность вследствие того, что нагрузку передает большее количество тел качения.

В качестве тел качения распространение получили шарики и цельные ролики. Общим недостатком их применения является низкий КПД, обусловленный процессом скольжения при взаимодействии тел качения одновременно с тремя деталями передачи. Использование шариков приводит к снижению нагрузочной способности вследствие точечного контакта с ведомым валом. Ранее разработанные конструкции передач не позволяют обеспечить равномерность распределения нагрузки между телами качения, компенсацию износа беговых дорожек и возможность самоустановки роликов в беговых дорожках.

С целью повышения КПД и нагрузочной способности цилиндрической кулачковой роликовой передачи (ЦКРП) была разработана конструкция (рис. 1) с геометрическим замыканием тел качения с кулачками, включающая наличие упругих компенсирующих элементов 13, установленных между стенками вкладышей 6 и сквозных продольных прорезей ведомого вала 5 и предназначенных для обеспечения равномерности распределения нагрузки

**Секция 10. Инновационная экономика в развитии общества**

БАГУЗОВА О.В., МАЛЮТИН В.А. Организация поддержки принятия решений в сфере инноваций на основе ресурсов Росстата	178
БАЛЯБИНА А.А., ФЕДОРОВ Д.Ю. Роль энергосбытовых компаний в реализации инновационных процессов по энергосбережению.....	179
БОРОДИЧ Т.А. Логистические аспекты тарифообразования на услуги автотранспортных предприятий.....	180
ГАПЕЕВА-СЕРГЕЙЧИК О.О. Проблемы инновационного развития машиностроительного комплекса Республики Беларусь на современном этапе.....	181
ГИМАРОВ В.В., ИВАНОВА И.В. Система управления инновационными телекоммуникационными проектами.....	182
ЖЕСТКОВА Е.С. К вопросу оценки эффективности управления технологиями.....	183
ЖУДРО М.М. Маркетинговые аспекты активизации внедрения инновационных инструментов в бизнесе.....	184
ЗАЕНЧКОВСКИЙ А.Э. Алгоритм управления инновационным процессом в регионе.....	185
ЗАХАРЬЕВА А.В., РОЖОК О.А. Дисконтная программа как способ удержать клиента.....	186
КАКАТУНОВА Т.В. Когнитивное моделирование инновационной деятельности в регионе.....	187
КУРОЧКИН Д.В. Управленческий учет в системе управления предприятием.....	188
ЛАЗАРЧИК Т.В. Преимущества системы бюджетного управления.....	189
ЛАЗАРЧИК Т.В. Необходимость автоматизации системы бюджетирования.....	190
ЛЕЙЧЕНКО Н.В. Стратегическое развитие автотранспортного предприятия на основе логистических принципов.....	191
МАКАРЕВИЧ О.Д. Использование инструментария логистики для совершенствования системы сбыта фирмы.....	192
МЕДВЕДСКАЯ Т.В. Прогнозирование риска кредитного портфеля банка.....	193
ОСИПЕНКО Н.А. Составляющие разработки успешной маркетинговой стратегии предприятия.....	194
ОСИПЕНКО Н.А. Стратегия позиционирования—основа роста предприятия.....	195
ПАЦУК М.Л. Основные задачи интенсивного метода обучения иностранным языкам.....	196

ЛИПАТОВ Н.Р. Введение звена с переменным коэффициентом усиления в САУ с прогнозирующей моделью.....	159
НАУМОВ А.О., КОХАН Л.Л. Синтез фильтров для автоматического подавления фона в оптико-электронных системах.....	160
НОВИКОВ Е.В. Структура лазер-робота с автономным манипулятором оптики.....	161
ПОТАНИН Ю.С. Перспективный модуль коммутации оптического излучения на базе гексапода.....	162
СВЕТИКОВ А.Н. Самонастраивающаяся система управления манипуляционным роботом с нейросетевыми параллельной эталонной моделью и ПИД-регулятором.....	163
ТРЕТЬЯКОВ А.С. Разработка лабораторного стенда для исследования тепловых режимов асинхронных электродвигателей.....	164

### Секция 9. Методы и приборы контроля качества

АНИСКОВИЧ А.В., ВАТЧЕНКО А.А. Проблемы обнаружения и обеззараживания локальных радиоактивных загрязнений.....	165
БЕЛОНОГИЙ Д.Е. Аппаратно-программный комплекс для триботехнических испытаний.....	166
БИЛЬДЮКЕВИЧ Л.Ю., АСАДЧИЙ А.Н. Устройство для контроля качества полимерных материалов и композитов.....	167
КОРОТКЕВИЧ З.М. Определение параметров для контроля качества отпуска инструментальной углеродистой стали У8А.....	168
МЕЛЬНИК М.В. Оборудование для проведения экспериментальных исследований размагничивания труб.....	169
МЕЛЬНИК М.В. Методика экспериментальных исследований размагничивания труб.....	170
СВЕТЛИЧНЫЙ В.А., ОНИЩЕНКО Ю.Н. Влияние объекта контроля на выходной сигнал вихретокового дефектоскопа.....	171
СТАРОВОЙТОВА Н.А. Акустические методы контроля качества плазменных покрытий.....	172
СТАРОВОЙТОВА Н.А. Контроль качества плазменных покрытий.....	173
СУС А.А., КИСЛЯКОВ М.А. Особенности тепловизионного исследования маслonaполненного оборудования.....	174
ФОМЧЕНКО М.М. Устройство для определения и регистрации амортизационных показателей шлема пожарного.....	175
ШИЛОВА И.В., АКСЕНОВА А.А., ПОЛЯНСКАЯ Е.М. Влияние изгиба на потери излучения в микроструктурных волоконных световодах.....	176
ШИЛОВА И.В., СТАРОВОЙТОВА Н.А., ПОЛЯНСКАЯ Е.М. Некоторые возможности применения волоконной оптики для экологического мониторинга.....	177

между телами качения. В качестве тел качения используются составные роликовые сателлиты, состоящие из ступенчатого ролика 10, втулки полусферической формы 11 и цилиндрической втулки 12, контактирующих с соответствующими деталями передачи.

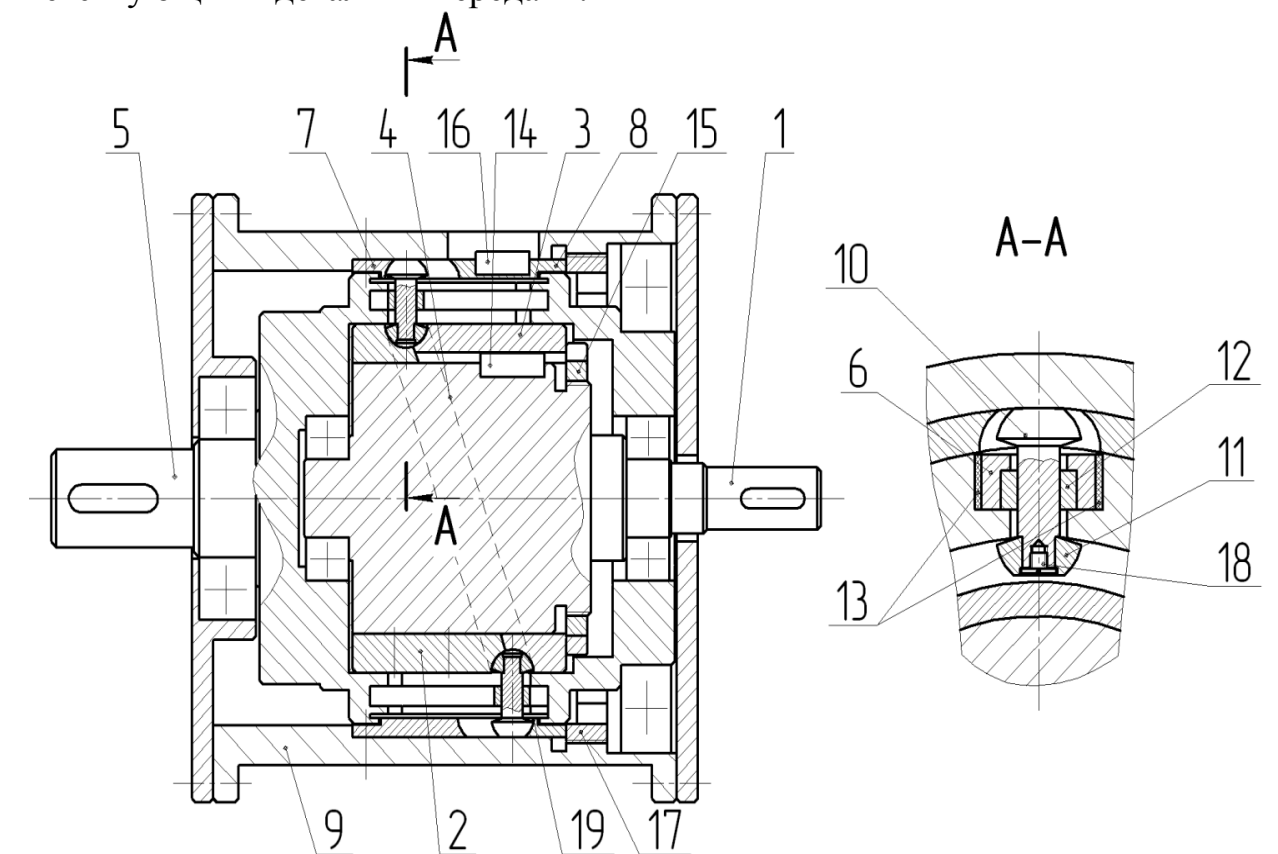


Рис. 1. Конструкция ЦКРП

Полусферическая форма элементов составных сателлитов, контактирующих с кулачками, повышает нагрузочную способность передачи за счет увеличения линии контакта и обеспечивает возможность самоустановки роликов в беговых дорожках. Кулачки 3 и 8, закрепленные на ведущем валу 1 и в корпусе 9, имеют возможность осевого перемещения для компенсации износа торцовых поверхностей кулачков, образующих беговые дорожки.

С целью уменьшения потерь мощности на трение проведен кинематический анализ ЦКРП, в результате которого получены зависимости для определения угловых скоростей элементов составных роликовых сателлитов, которые, в свою очередь, позволили проанализировать зависимость скорости скольжения на линии контакта втулок полусферической формы и ступенчатых роликов с соответствующими беговыми дорожками от радиуса их полусферической поверхности. Было установлено, что, с точки зрения сокращения потерь мощности на скольжение, оптимальный радиус втулки полусферической формы составляет  $9 \div 15$  мм, оптимальный радиус полусферической поверхности ступенчатого ролика составляет  $11 \div 15$  мм.

Для исследования нагрузочной способности ЦКРП получены зависимости для расчета минимального и среднего за один оборот ведомого вала чис-

ла тел качения, передающих нагрузку, учитывающие геометрическое замыкание тел качения с кулачками и явление заострения вершин многопериодного торцового профиля кулачков, закрепленных в корпусе. Установлено, что увеличение радиуса сферической фрезы, используемой для образования торцовой многопериодной поверхности кулачков, приводит к уменьшению числа тел качения, участвующих в передаче нагрузки, и это влияние усиливается при увеличении передаточного числа. Для ЦКРП с передаточными числами  $7 \div 12$  величины радиуса сферической фрезы по своему влиянию на число тел качения, передающих нагрузку, можно разделить на три диапазона: от 6 до 9 мм; от 9 до 13 мм; от 13 до 15 мм. При этом для передаточных чисел  $7 \div 9$  переход из более низкого диапазона величин радиусов сферической фрезы на более высокий приводит к увеличению сил, действующих на составной роликовый сателлит, в 1,2 раза, для передаточных чисел  $10 \div 12$  – в 1,5 раза. Для ЦКРП с передаточными числами до 6 включительно изменение радиуса сферической фрезы в указанных диапазонах не приводит к изменению числа тел качения, передающих нагрузку.

В результате силового анализа ЦКРП, с учетом наличия составных роликовых сателлитов и полусферической формы их элементов, разработан алгоритм, позволяющий определять максимальные и средние за один оборот ведомого вала силы, действующие на один составной роликовый сателлит, и выполнять расчет на прочность и износостойкость деталей ЦКРП, а также определять ее КПД. Полученный алгоритм позволил установить, что оптимальным, с точки зрения уменьшения сил трения, возникающих в результате расходования части передаваемого от кулачков усилия на прижатие сателлита к беговой дорожке, является радиус полусферической формы элементов сателлита, лежащий в диапазоне  $9 \div 15$  мм.

На базе кинематического и силового анализов можно заключить, что для ЦКРП с максимальными наружными диаметрами корпуса  $80 \div 140$  мм оптимальные значения (в качестве критериев оптимизации выступают КПД и нагрузочная способность ЦКРП) радиусов полусферических поверхностей элементов составного роликового сателлита находятся: для втулки, контактирующей с кулачками, закрепленными на ведущем валу, в диапазоне от 9 до 15 мм; для ступенчатого ролика, контактирующего с кулачками, закрепленными в корпусе, для передаточных чисел  $7 \div 12$  в диапазоне от 11 до 13 мм, для передаточных чисел до 6 в диапазоне от 11 до 15 мм. С целью повышения КПД передачи, с учетом ее габаритных размеров, необходимо стремиться выбирать из указанных диапазонов максимальные величины.

В результате анализа разработанной динамической модели, с учетом использования различных типов упругих компенсирующих элементов, установлено, что с точки зрения повышения надежности и работоспособности передачи, при переходных процессах наиболее целесообразно применение в пазах ведомого вала стальных упругих компенсирующих элементов, обеспечивающих минимальное время переходного процесса и отклонение моментов упругих элементов от своих значений в стационарном состоянии.

Прочность деталей ЦКРП определяется по контактными напряжениями и напряжениями изгиба для выступов многопериодного торцового профиля. С

МЕЛЬЯНЦОВА И.И. Усиление железобетонных колонн стальной обоймой с предварительно напряженными планками.....	139
МИХАСЕВ В.А., ТАКУНОВ А.А. Об опыте применения пено-стекла.....	140
ПЕТРОВСКИЙ В.Е., ПОЧТЕННАЯ В.С. Исследование работы композита «грунт-георешетка» с различными заполнителями.....	141
САЗОНОВА Л.И., ТИХАНСКИЙ Н.И., ПРЕСНЯКОВ К.И. Расчет объемов растительного слоя.....	142
САКОВИЧ Д.Д., СЛАВИНСКАЯ М.А., КЛИМЕНКОВА М.А. Позиционирование на строительном рынке Республики Беларусь новых отделочных материалов.....	143
СИГАЙ Е.А. Линейный расчет блока стенового трехслойного на клеевых связях с использованием вариационно-разностного подхода.....	144
СЛАВИНСКАЯ М.А. Декоративная штукатурка на основе использования отходов текстильной промышленности.....	146
СТЕПАНЦОВ Д.С., СТЕПАНЦОВА А.М. О необходимости обеспечения высокого качества работ по термореновации зданий...	147
СУРИКОВ А.В. Совершенствование определения дымообразующей способности строительных материалов.....	148

#### **Секция 8. Автоматизация и электропривод**

АБУ МАХВУЗ АХМАД. Алгоритмы коррекции управляющего воздействия в многокоординатных приводах с перекрестными связями.....	149
ВИШНЕРЕВСКИЙ В.Т. К вопросу об экспериментальном получении амплитудно- и фазочастотных характеристик элементов с распределенной упругостью.....	150
ДЕМИДЕНКОВ К.А., МЕЛЬНИКОВ И.И. Возможности применения параллельных вычислений в системах видеонаблюдения на транспорте.....	151
ЗАХАРЬЕВА Т.С. О виртуальном стендовом лабораторном оборудовании для электротехнических специальностей.....	152
КАПИТОНОВ О.А. Перспективы совершенствования асинхронных электроприводов в электромехатронном исполнении.....	153
КОЛЫГИН А.Н. Техническая диагностика электромеханической системы.....	154
КОНОНЫХИНА Н.А., РЯБОВ Е.И. Применение нейронных сетей для оценки состояния электроприводов.....	156
КОРНЕЕВ А.П. Построение распределения освещения в помещении в среде MATLAB.....	157
ЛЕКАРЕВА А.В. Система управления с прогнозирующим анализатором.....	158

ПЕТРЕНКО М.Л., ЮШКЕВИЧ А.В. Электронно-механическая система активной безопасности транспортных средств.....	118
ШМУЛЕВЦОВ И.А. Повышение эксплуатационных характеристик пожарного автомобиля путем совершенствования системы охлаждения двигателя.....	119
ЮШКЕВИЧ А.В., ПЕТРЕНКО М.Л. Дисковые тормоза с электромеханическим приводом.....	120
<b>Секция 7. Инновации в строительстве</b>	
БОЛОШЕНКО Ю.Г. Расчет прочности нормальных и наклонных сечений усиленных изгибаемых железобетонных элементов при малоцикловом нагружении.....	121
ВРУБЛЕВСКАЯ В.В. Оценка несущей способности крестообразного соединения из арматуры малых диаметров.....	122
ГАЛАЛЮК А.В. Деформационные характеристики керамических полнотелых кладочных элементов и раствора общего назначения заводского изготовления.....	123
ГАПОНОВА Л.В. Температурно-влажностные характеристики сталебетонных плит.....	124
ДЕМЧУК И.Е. Работа каменной кладки при сжатии под углом к горизонтальным растворным швам.....	125
ДЕНИСЕНКО И.В. Методика исследований работы кирпичных столбов и простенков, усиленных стальной обоймой.....	126
ДУБОВИК Д.А. Изменение прочностных характеристик флювиогляциальных суглинков сожского оледенения.....	127
ЕВТУХОВА Е.В., ЗДИТОВЕЦ Е.И. К вопросу об обеспечении контроля качества выполнения строительных работ.....	128
ИГНАТОВ С.В. Изменение прочностных характеристик моренных глинистых грунтов днепровского оледенения.....	130
КОМАР О.И., АФАНЕВИЧ А.А. Причины пучинообразования на дорогах г.Могилева и Могилевской области и рекомендации по их устранению.....	131
КУМАШОВ Р.В. Влияние жесткости узлов на НДС элементов стропильной фермы.....	133
ЛЕОНОВИЧ А.Н., ШЛИМАКОВ Д.С. Особенности конструкций и работы водосбросных лотков.....	135
МАКАЦАРИЯ Д.Ю. Влияние дорожного производства на выбор оптимальных комплектов машин для ремонта покрытий автомобильных дорог.....	136
МАСЛОВА О.Г., АДАРЧЕНКО Е.О. Перспективы использования моделей карбонизации бетона.....	137
МЕЛЬНИКОВА И.С. Анализ напряжений в конструкциях дорожных одежд под действием температуры и транспорта.....	138

помощью метода конечных элементов была выполнена проверка теоретических зависимостей, полученных в ходе прочностного анализа. Для ЦКРП с передаточным числом 12 и наружным диаметром 120 мм при моменте на ведомом валу 100 Н·м расхождение между величинами, определенными посредством теоретических зависимостей и метода конечных элементов, составило менее 5 %, что подтверждает адекватность полученных зависимостей.

Сравнение расчета ЦКРП и зубчатой планетарной передачи, при одинаковых габаритах и исходных требованиях по передаваемой нагрузке, показало, что максимальные контактные напряжения в ЦКРП на 24,1 % меньше чем в зубчатой планетарной передаче.

На основании проведенных исследований разработана и автоматизирована методика расчета ЦКРП, которая позволяет определять геометрические параметры передачи исходя из допускаемых напряжений. Отличительной особенностью этой методики является то, что в качестве исходного параметра принимается максимальный наружный диаметр передачи.

Полученная методика позволила спроектировать и изготовить опытный образец ЦКРП с передаточным числом 12 и наружным диаметром 120 мм.

Для экспериментального исследования ЦКРП был использован лабораторный испытательный комплекс, позволяющий измерять мощности на ведущем и ведомом валах. Критерием оптимизации при этом выступал КПД, а факторами являлись: тип упругих компенсирующих элементов, установленных в продольных прорезях ведомого вала; частота вращения ведущего вала; вращающий момент на ведомом валу редуктора.

Анализ результатов испытаний опытного образца ЦКРП и математической модели, построенной на базе этих результатов, показал, что максимального КПД, равного 0,834, передача достигает с использованием стальных пластин в качестве упругих компенсирующих элементов при частоте вращения ведущего вала 1500 мин<sup>-1</sup> и моменте на ведомом валу 91 Н·м.

Измерение КПД для передач с шариками и цельными роликами в качестве промежуточных тел качения показало, что совершенствование конструкции ЦКРП позволило, при аналогичных исходных данных, повысить КПД на 19 % и 7 % соответственно.

На базе теоретических и экспериментальных исследований спроектированы: лебедка со встроенной ЦКРП с передаточным числом 12 и грузоподъемностью 200 кг; гаечный ключ с передаточным числом 5, предназначенный для монтажа резьбовых соединений, крепящих головки цилиндров дизельных двигателей тепловозов ЧМЭ-3; редукторный узел для механизмов буровой техники с передаточным числом 8, отличительной особенностью которого является наличие сквозного отверстия для промывочной жидкости; автотракторный дифференциал повышенного трения.

Лебедка внедрена в ЗАО «СУ-157» г. Борисов. Экономический эффект от внедрения составил 466 тыс.руб. на одну лебедку в ценах 2012 г., он достигнут за счет снижения годовых эксплуатационных расходов в сравнении с аналоговой лебедкой.

УДК 621.833  
РАЗРАБОТКА ПРЕЦЕССИОННОГО ЦЕВОЧНОГО МЕХАНИЗМА ТИПА  
2К-Н ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЭЛЕКТРОПРИВОДУ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЛЕБЕДКИ

П. С. ГОНЧАРОВ

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

В настоящее время в сельском хозяйстве широко распространены средства малой механизации, работающие от электрического привода. К ним относятся лебедки, культиваторы, электроплуги и др., в которых одним из важнейших элементов является редуцирующий механизм.

На РУП завод «Могилевлифтмаш» освоен серийный выпуск сельскохозяйственной лебедки ЛС-100А. Редуцирующий механизм, представляющий собой двухступенчатую соосную эвольвентную зубчатую передачу, размещается внутри барабана [1]. Лебедка предназначена для перемещения грузов в горизонтальной плоскости, а также выполнения вспашки почвы и окуливания растений на дачных участках и огородах.

При анализе конструкции редуцирующего механизма в составе сельскохозяйственной лебедки было установлено, что консольное расположение барабана на опорном валу, сложность компоновки из-за наличия сложной формы кронштейна, а также четырех зубчатых колес делают конструкцию привода сложной в изготовлении и сборке.

С целью упрощения конструкции привода, а также для снижения массогабаритных характеристик сельскохозяйственной лебедки было предложено применить в ее конструкции прецессионный редуцирующий механизм [2].

Применительно к приводу сельскохозяйственной лебедки был спроектирован редуцирующий механизм, разработанный на основе планетарной прецессионной передачи, представленный на рис. 1.

Прецессионный редуцирующий механизм работает следующим образом (см. рис. 1). Входное звено 3, жестко связанное со шкивом 8, получает вращение от клиноременной передачи. Благодаря наличию наклонной эксцентричной цилиндрической поверхности входного звена 3 и, размещенном на указанной поверхности посредством подшипников кольцо 4, правые консольные конические концы 5 роликов 10, расположенные равномерно по периметру в осевых отверстиях кольца 4, взаимодействуют с наружным центральным зубчатым колесом 7, жестко закрепленным с неподвижным основным валом 2. В результате кольцо 4 наряду с колебательным движением получает также вращение относительно своей оси. Левые конические концы 9 роликов 10, совершающие колебательное и вращательное движения, всту-

матической шины СДМ.....	100
НАУМЕНКО А.Е. Разработка рекомендаций по регулированию температуры рабочей жидкости гидросистемы для одноковшового фронтального погрузчика.....	101
РАГОВИЦКАЯ А.В. Предпосылки упрочнения поверхностей деревянных изделий механическими методами.....	102
СВЕТОНОСОВ С.С., СВЕТОНОСОВ С.С. Моделирование состава комплекта катков при уплотнении дорожных асфальтобетонных покрытий.....	103
СЕМКО С.Н., МАЦУКОВ Е.А., ЗОХАН А.Н. Новая подземная техника МоАЗ: МоАЗ-4075-погрузочно-доставочная машина грузоподъемностью 16 тонн.....	104
СЕМКО С.Н., ПОЛЯКОВ А.А., ЯКУБОВСКИЙ А.В. Стационарно-прицепной бетононасос МоАЗ-8901 и стрела гидравлическая раздаточно-распределительная СГРР-024.....	105
СИВАЧЕНКО Т.Л. Моделирование единичных актов разрушения стержневого способа измельчения.....	106
СМОЛЯР А.П. Особенности использования траншейных цепных экскаваторов в зимний период.....	107
ХАДЖЕВИЧ И.Ю. Методика диагностирования гидравлических приводов и гидросистем мобильных машин.....	108
ШАМБАЛОВА М.Г. Влияние единичного дефекта зубчатого колеса на изменение динамической нагруженности привода.....	109
ЯВЕНКОВ А.П. Новый метод уплотнения строительных смесей и его развитие.....	110

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

ВДОВКИН С.В. Результаты исследования эксплуатационной надежности упругих элементов задней пневматической подвески автобусов ЛИАЗ-5256.....	111
ДЕНИСОВ Ил.В., ДЕНИСОВ Ив.В. Исследование эксплуатационной надежности передней подвески автомобиля ВАЗ-21703-01-018.....	112
ИВАНЬКИН Д.В. Дисковые тормоза с самоусилением.....	113
ЛИННИК И.Э. Влияния внешней среды на прогнозирование объемов перевозок городским пассажирским транспортом.....	114
МАКАРЕВИЧ С.Д. Разработка устройства (фильтра) всасывающей линии насоса для очистки воды от механических примесей.....	115
МИХАЛКОВ В.В. О применении полноприводных автомобилей-самосвалов МАЗ в сельском хозяйстве.....	116
МИШУЛИН Е.Ю. Моделирование динамики транспортного средства при движении по пересеченной местности.....	117



СЕРГИЕВИЧ О.А., ПОПОВ Р.Ю., ПОДБОЛОТОВ К.Б. Каолины месторождений Республики Беларусь – комплексное сырье для производства керамической плитки.....	83
ХОРТ А.А., ПОДБОЛОТОВ К.Б. Получение титанатов и цирконатов металлов методом СВС.....	84
ХРУЩЕВ Е.В. Ультразвуковая механоактивация порошков титаната бария ( $BaTiO_3$ ).....	85
ЩЕЛКУНОВ А.В. Технологический процесс изготовления огнетермостойкого металлизированного материала.....	86
<b>Секция 4. Новые технологии в сварочном производстве</b>	
КОРОТЕЕВ А.О. Преимущества использования проволоки Св-08ГС в условиях механизированной сварки в смесях $Ar+CO_2$ .....	87
КУРЛОВИЧ И.В., БАНСЮКОВА Е.Л. Программируемый контроллер NI CompactRIO для управления процессами сварки.....	88
ПОЛЯКОВ А.Ю. Способы обеспечения требуемой прочности пакетного рельефного соединения.....	89
ФЕТИСОВА Е.А. О причинах снижения работоспособности сварных соединений сталей разного структурного класса.....	90
ФУРМАНОВ С.М., ПОЛЯКОВ А.Ю. Система внешнего управления регулятором РКС-801 при рельефной сварке пакетных соединений.....	91
ХАРЧЕВНИКОВА Е.А. Образование озона в рабочей зоне сварщика и методы снижения степени загрязнения озоном.....	92

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

АЛЬ-КИНАНИ М.Ф. Современное состояние и тенденции развития мирового опыта создания и использования в тракторном и сельскохозяйственном машиностроении валов отбора мощности...	93
БОГАТЫРЕВ М.Г. Выбор и оптимизация параметров механизма, управляющего работой пружинной мельницы.....	94
КАРПЕКИН И.В. Методы проектирования баровых машин..	95
КОСЕНКО Е.А. Выбор комплектов машин для обеспечения работоспособности автомобильных дорог.....	96
КУЛАБУХОВ А.В., ПЕЧКОВСКАЯ О.Е. О возможностях повышения сцепления движителей мотоблоков с грунтом.....	97
КУРОЧКИН Н.В. Совершенствование молотковых дробилок на основе электромеханических модулей.....	98
КУТУЗОВА Е.В. Влияние тонкости очистки рабочей жидкости на интенсивность изменения выходных параметров гидропривода строительных и дорожных машин.....	99
ЛУКАШКОВ Н.Н. Аналитическое описание силы тяги пнев-	

пают во взаимодействие с зубьями наружного центрального зубчатого колеса 6, жестко связанного с барабаном 1. Результатом такого взаимодействия является вращение наружного центрального зубчатого колеса 6 вместе с барабаном 1 с угловой скоростью, которая определяется соотношением числа роликов 10 и чисел зубьев наружных центральных зубчатых колес 6 и 7.

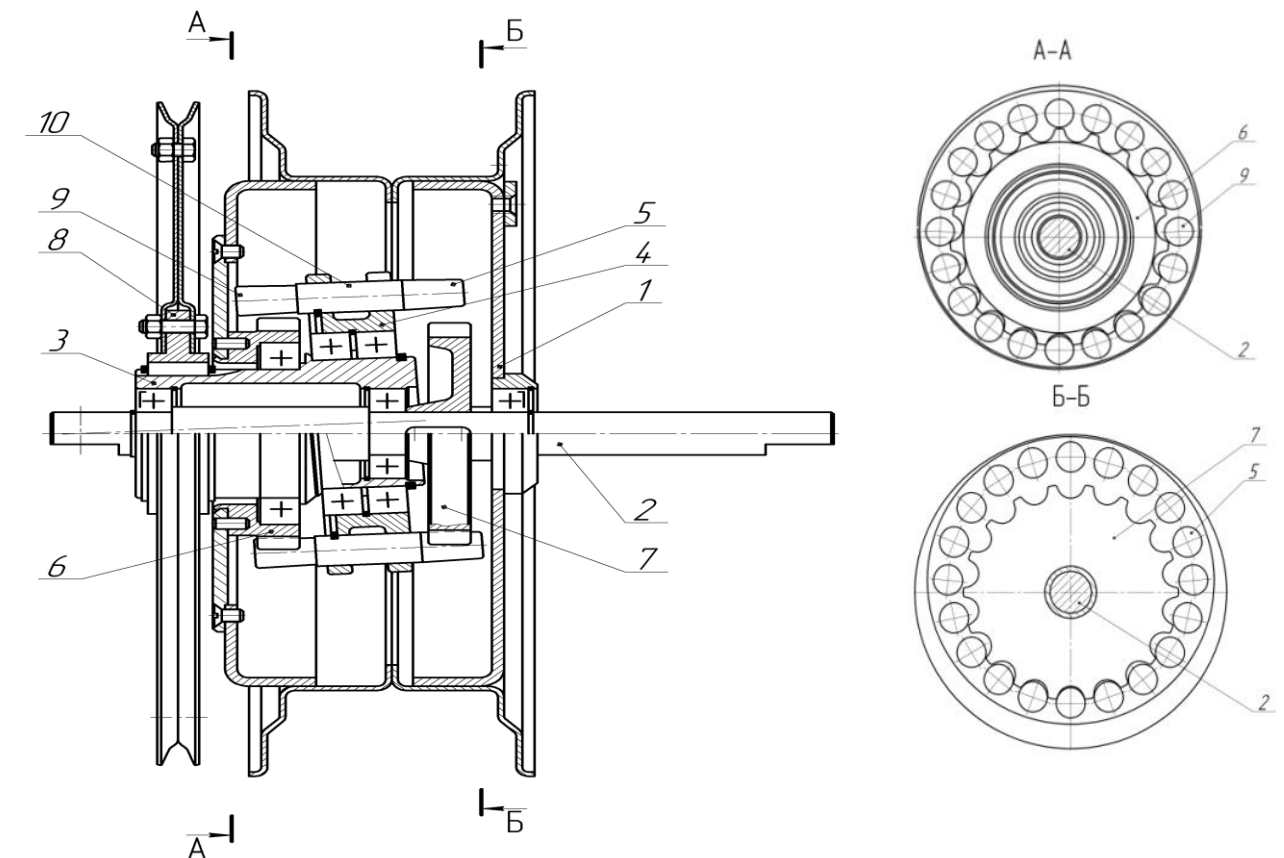


Рис. 1. Общий вид барабана лебедки, разработанной на основе прецессионного редуцирующего механизма

На основе этой конструкции был изготовлен экспериментальный образец сельскохозяйственной лебедки с приводным механизмом, разработанным на основе прецессионного редуцирующего механизма (см. рис. 2) и проведены его испытания.

В ходе стендовых испытаний было установлено, что максимальное усилие, создаваемое на канате лебедки, превышало значение 2500 Н. Эксплуатационные испытания показали, что намотка каната на барабан осуществлялась равномерно (без рывков). Затем была произведена разборка сельскохозяйственной лебедки с целью визуального осмотра состояния деталей прецессионного редуцирующего механизма (см. рис. 3).

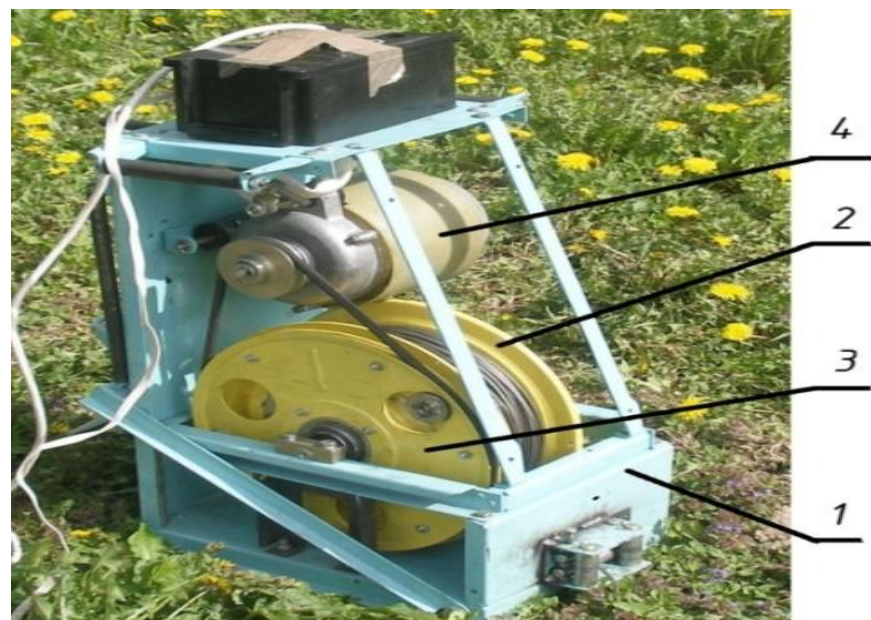


Рис. 2. Общий вид экспериментального образца лебедки сельскохозяйственной, разработанной на основе прецессионного редуцирующего механизма: 1 – корпус лебедки; 2 – барабан с прецессионным редуктором; 3 – шкив; 4 – электродвигатель

Рассматривая возможность освоения производства лебедки сельскохозяйственной с планетарной прецессионной передачей был осуществлен сравнительный технико-экономический анализ. На основании анализа можно сделать следующие выводы.

Лебедка сельскохозяйственная, разработанная на основе планетарного редуцирующего механизма, маллогабаритна, имеет меньшую массу, а также более высокую канатоемкость по сравнению с лебедкой, серийно выпускаемой РУП завод «Могилевлифтмаш».

Себестоимость изготовления деталей редуцирующих механизмов сравниваемых лебедок находится на одном уровне. Однако расчет себестоимости редуцирующего механизма лебедки с планетарной прецессионной передачей осуществлялся с учетом условий экспериментального производства. В случае налаживания серийного производства лебедки с прецессионным редуцирующим механизмом возможно значительное снижение себестоимости изготовления. Кроме этого, габаритные размеры лебедки с планетарной прецессионной передачей уменьшатся по сравнению с габаритными размерами лебедки выпускаемой серийно, что позволит также сократить ее материалоемкость а, следовательно, снизить себестоимость.

ГАПАНОВИЧ О.И., ЖИЖЧЕНКО А.Г. Наноструктурированные защитные покрытия, осаждаемые из потоков сепарированной плазмы.....	63
ГЛОБА А.И., КАЛОШИЧ Е.А. Отверждение алкидных смол в присутствии гексафторфосфата ферроцена.....	64
ДУВАЛОВ П.Ю. Использование лома нержавеющей стали при литье деталей из хромистых чугунов.....	65
ДЯДЕНКО М.В. Вязкостные характеристики стекол для светоотражающей оболочки жесткого оптического волокна.....	66
ЖЕРНОСЕК С.В. Интенсификация процесса сушки композиционных материалов.....	67
ЖУРАВЛЁВА М.В., ПРИЩЕПЕНКО Д.В., ФИЦНЕР М.В. Исследование коррозионной стойкости эпоксидных покрытий.....	68
КАРПОВИЧ А.Н. Влияние ионно-лучевого азотирования на коррозионную стойкость мартенситных сталей.....	69
КЛИМОШ Ю.А. Увеличение срока эксплуатации керамического кирпича за счет гидрофобизации его поверхности.....	70
КОВЕЛЬ В.Л. Получение огнеупорных покрытий для защиты конструктивных элементов печей.....	71
КОТОВ С.Ю. Триботехнические характеристики многокомпонентных PVD-покрытий.....	72
КОТОВ С.Ю. Триботехнические характеристики одноэлементных PVD-покрытий.....	73
ЛАСКОВЕЦ О.А. Технология производства керамических тугоплавких материалов для футеровки печных вагонеток.....	74
ЛОЗИКОВ И.А. Влияние температуры расплава и времени легирования на структуру и свойства хромовых бронз.....	75
ЛОЗИКОВ И.А. Влияние способов введения механически легированных лигатур на структуру и свойства хромовых бронз.....	76
НЕРОДА Ю.П. Эффективность применения магнитно-электрического шлифования для обработки упрочняющих покрытий	77
НОВИКОВ В.Ю. Применение ультразвуковых колебаний при волочении композиционной проволоки Cu-Ag.....	78
ПАРМАНЧУК В.В. Теоретическое исследование координат пылевого облака при нанесении мелкодисперсных частиц на подложку.....	79
ПОДБОЛОТОВ К.Б., ПОПОВ Р.Ю. Керамические карбидкремниевые конструктивные СВС-материалы.....	80
ПОЗНЯК А.И. Повышение механической прочности полуфабриката керамических плиток.....	81
РУДАК П.В., КУИС Д.В., РУДАК О.Г. Методика триботехнических испытаний инструмента при фрезеровании древесностружечных плит.....	82

кранов.....	44
КРИВОНОГОВА Е.Г. Применение планетарного магнитного редуктора для привода дверей пассажирского лифта.....	45
ЛЕВКОВИЧ В.В. Устройство запуска беспилотных летательных аппаратов.....	46
МАКАРЕВИЧ С.Д. Основные требования к разработке конструкции многофункционального мобильного устройства для эвакуации людей и грузов.....	47
ПРУДНИКОВ А.П. Определение оптимальных геометрических параметров дифференциала повышенного трения на базе цилиндрической кулачковой роликовой передачи.....	49
РОГАЧЕВСКИЙ С.Н. Функция ошибки угла поворота колеса червячной передачи, содержащей тела качения на червяке.....	50
СОКОЛОВА А.С. Исследование кинематических моментов механической системы с двумя степенями свободы.....	51
СОКОЛОВА А.С. Расчет уравнения радиального перемещения тела по вращающемуся диску.....	52
ТОМИЛО Е.В. Расчет в программной среде ANSYS экстремального угла атаки беспилотного летательного аппарата.....	53
ТОМИЛО Е.В. Расчет на прочность элементов жесткости сверхлегкого беспилотного летательного аппарата.....	54
ФИТЦОВА Е.С. Моделирование беговых дорожек для тел качения.....	55
ХИНКЕВИЧ С.В. Снижение напряжений кручения в болтовых соединениях.....	56
ЧЕЧУЛИН Е.С. Исследование динамических параметров пассажирских вагонов, оборудованных модернизированными межвагонными связями.....	57
ШИШКОВ Е.И., КАЛЕЕВ Д.Н., ШИШКОВ Р.И. Контроль уровня частоты вращения вала электродвигателя на базе стенда для испытаний механических передач.....	58
ШОРОХОВ С.Г. Разработка твердотельной динамической модели электропоезда постоянного тока.....	59
<b>Секция 3. Технологии получения и обработки новых материалов и покрытий</b>	
БАРАНОВ К.Н. Получение тонкостенных полых заготовок из антифрикционного силумина методом направленного затвердевания	60
БАШКИРОВ С.А. Тонкие пленки SnS и фоточувствительные структуры на их основе.....	61
БЕЛАЯ М.А., БАТРАКОВ А.С., ШЕМЕНКОВА А.Л. Повышение износостойкости инструментальной оснастки комплексным воздействием тлеющего разряда и постоянного магнитного поля....	62

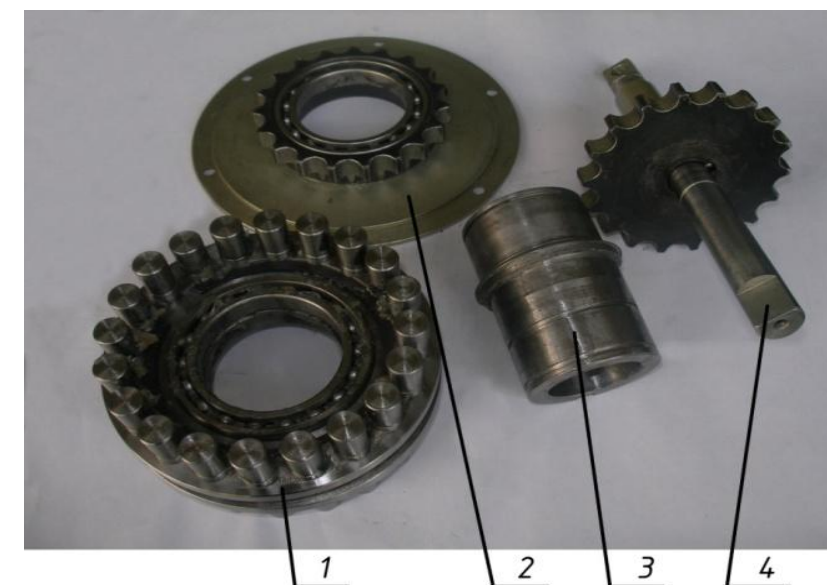


Рис. 3. Вид основных деталей прецессионного редуцирующего механизма лебедки после проведения эксплуатационных испытаний: 1 – сепаратор с роликами; 2 – звездочка подвижная; 3 – косой вал; 4 – звездочка неподвижная с основным валом

Достижение положительного эффекта от использования лебедки с планетарной прецессионной передачей ожидается от снижения массы лебедки на 12 кг, а также увеличения канатоемкости барабана. Это позволит облегчить условия ее эксплуатации, расширить функциональные возможности, а также улучшить эргономические показатели.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2132ВУ. Лебедка / Н. В. Сас, М. А. Цимбаревич; заявитель и патентообладатель Могилевский лифтостроительный завод. – № 2642; заявл. 28.12.1994; опубл. 30.06.1998. – 3 с.
2. Пат. 14938 ВУ, МПК F 16 H 1/32. Планетарная прецессионная передача / П. Н. Громько, И. В. Трусков, П. С. Гончаров; заявитель и патентообладатель Белорусско-Российский университет. – № а20091553; заявл. 11.02.2009; опубл. 30.06.2011. – 4 с.
3. Коническо-цилиндрические прецессионные редукторы / А. Т. Скойбеда, П. Н. Громько. – Минск : БГПА, 2001. – 187 с.

М. Г. ШАМБАЛОВА

Научный руководитель Г. Л. АНТИПЕНКО, канд. техн. наук, доц.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Зубчатые колеса нашли широкое применение в приводах различных типов. Их ресурс определяется контактными напряжениями и циклической прочностью материалов зубьев. В конце срока эксплуатации зубчатых колес на зубьях появляется питтинг, единичные разрушения. Появление единичных дефектов приводит к повышению динамической нагруженности привода, которая зависит от величины и местоположения дефекта, моментов передаваемых приводом, скорости работы привода и т.д. [1].

Появление единичных дефектов зубчатых колес является признаком скорого выхода из строя привода. Однако обнаружение факта наличия дефекта зуба, не является поводом для прекращения эксплуатации механизма. Главной задачей является определение величины и места расположения дефекта в кинематической цепи трансмиссии, что позволит оценить степень влияния единичного дефекта на увеличение динамической нагруженности привода и сделать вывод об опасности дальнейшей эксплуатации.

Для изучения влияния величины, формы и местоположения дефекта в кинематической цепи на изменения кинематики работы привода была создана анимационная модель зубчатого зацепления, позволяющая задавать дефект любой величины и формы и отслеживать его влияние на неравномерность вращения выходного вала.

Оценка величины дефекта основана на отслеживании разницы фактического угла поворота зубчатого колеса с теоретическим углом поворота, а местоположение дефекта определяется по периоду повторного появления дефекта и сопоставления его с периодом обкатки того или иного колеса в кинематической цепи.

В момент прохождения дефекта кинематическая связь между ведомым и ведущим колесами нарушается, а затем восстанавливается с некоторым ускорением (рис. 1).

В соответствии с ГОСТ 1643-81 под кинематической погрешностью понимают разность между действительным и номинальным (расчетным) углами поворота ведомого зубчатого колеса передачи [2]

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1,$$

системами для технологических процессов сборки.....	26
МАРКИН Д.С. Система автоматического измерения положения режущей кромки резца на токарных станках высокой точности.....	27
МЕЛЬНИК А.В., СИНИЙ С.В., СМОЛА А.Ю. Исследование износа шлифовального круга и деформации структуры никеля.....	28
МЕЛЬНИК Ю.А., ШОСТАК А.В. Методика количественного морфологического анализа пористости неоднородной полидисперсной системы.....	29
МОЛОСТОВ С.В. Структура и параметры взаимодействия компонентов в модели процесса резания для управления роботом-станком на основе нейронных сетей.....	30
ОКУНЕВ Р.В., ЛАСКОВ Д.С. Роботизированный комплекс для механической обработки.....	31
ПАНКРАТОВ И.А. К вопросу влияния текстуры быстрорежущей стали на ее технологическую пластичность с диффузионно-упрочненным слоем.....	32
ПЕЧКОВСКАЯ О.Е., КУЛАБУХОВ А.В. Анализ нагруженности механизма передачи вращения в эксцентриковых передачах.....	33
СТАРОСТИН Д.А. Анализ взаимосвязи компонентов процесса лазерной обработки для управления лазер-роботом на основе нейронных сетей.....	34
СЫЗГАНОВ Г.А. Интеллектуальная система управления роботом-станком.....	35
ТАРАДЕЙКО И.А. Способы магнитно-динамического упрочнения наружных поверхностей вращения.....	36
ФИРСОВ А.С. Устройство роторного типа для получения разноразмерных волокон из отходов льна.....	37
ЧЕРНЯКОВ С.Г. Автоматизированный контроль кинематической погрешности механических передач.....	38
ЮШКЕВИЧ Н.М., ИЛЬЮШИНА Е.В., КАМЧИЦКАЯ И.Д. Способы обработки плоских поверхностей поверхностным пластическим деформированием.....	39

## Секция 2. Механика машин и механизмов

ДЕРБАН В.О., ТИМОФЕЕВА Т.И., ВЛАСОВ И.Д. Лабораторные испытания редукторов для моторного привода.....	40
ЗАХАРОВА И.О. Настройка положения тяг навесного устройства в навесном пахотном агрегате.....	42
ЗАХАРОВ А.В., ВАЦУЛА А.В. Экспериментальный метод определения кинематических показателей курсовой устойчивости пахотного агрегата.....	43
КРАВЕЦ Н.Н. Противоугонный захват для грузоподъемных	

## СОДЕРЖАНИЕ

### Пленарное заседание

ЛАГЕРЕВ И.А. Исследование движения базового шасси краноманипулятора.....	3
ПРУДНИКОВ А.П. Повышение КПД и нагрузочной способности цилиндрической кулачковой роликовой передачи с малыми радиальными габаритами.....	4
ГОНЧАРОВ П.С. Разработка прецессионного цевочного механизма типа 2К-Н применительно к электроприводу сельскохозяйственной лебедки.....	8
ШАМБАЛОВА М.Г. Диагностика зубчатых передач приводов машин.....	12

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

БАБИЧ В.Е. Манитно-абразивная обработка сборного инструмента.....	15
БЫЧИНСКИЙ К.А. Технологическое обеспечение финишной пневмоцентробежной обработки гильз цилиндров тракторных и комбайновых дизелей в ремонтном производстве.....	16
ВЕРЕМЕЙ П.В., ПОТАПЕНКО П.В. Исследование износостойкости поверхностных слоев, обработанных лазерным сканирующим излучением.....	17
ИЛЮШИН И.Э. Моделирование и оптимизация процесса комбинированной сушки.....	18
ИЛЬЮШИНА Е.В., ЮШКЕВИЧ Н.М., ГОРШКОВА А.А. Кинематика процесса пневмоцентробежной обработки внутренних цилиндрических поверхностей.....	19
КОЗЛОВ А.О., ДЕМИДЕНКО Е.Ю. Адаптивная система поддержания радиальной силы при шлицефрезеровании.....	20
ЛАГУНОВИЧ П.Г. Приспособление для исследования оптимальных режимов прессования пеллет из опилок разных пород деревьев.....	21
ЛАПКОВСКИЙ А.С., КАВАЛЬЧУК О.Н. Модифицирование инструментальных твердых сплавов.....	22
ЛАТУШКИН Д.Г. Исследование процесса кондиционирования промышленных жидкостей.....	23
ЛЕВКОВИЧ В.В. Современные технологии изготовления крупногабаритных кольцевых заготовок.....	24
ЛИПНИЦКИЙ А.С. Оптимизация режима сегментного обжима трубной заготовки для формирования внутреннего шлицевого профиля.....	25
ЛОБОРЕВА Л.А. Алгоритмы управления манипуляционными	

где  $\varphi_1$  – действительный угол поворота ведомого зубчатого колеса;  $\varphi_2$  – номинальный угол поворота ведомого зубчатого колеса.

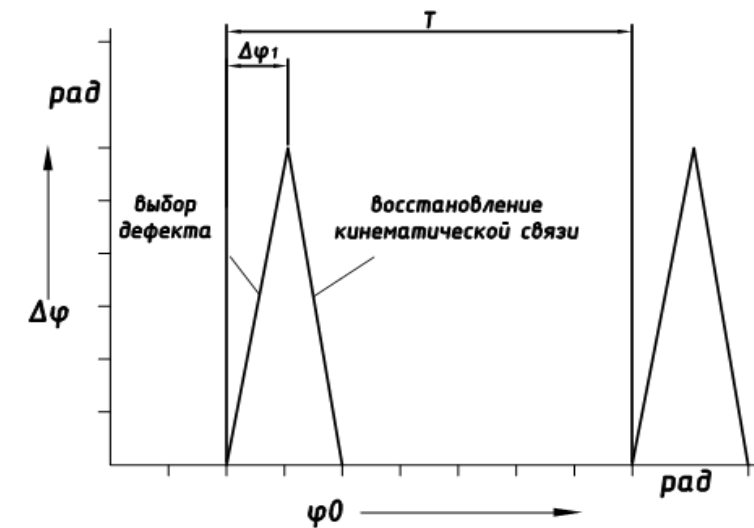


Рис. 1. Схема прохождения дефекта зуба в зубчатом зацеплении

Причем величина дефекта  $\Delta\varphi$  в одной паре зубчатых колес не зависит от места его нахождения – на ведомом или ведущем колесе, отличие наблюдается только в периоде  $T$  повторного появления. На шестерне появление дефекта наблюдается чаще, а на колесе в  $u$  раз реже:

$$\begin{aligned} u &= z_2 / z_1; \\ T_1 &= 2\pi; \\ T_2 &= 2\pi \cdot u, \end{aligned}$$

где  $u$  – передаточное число;  $z_1$  – количество зубьев шестерни;  $z_2$  – количество зубьев зубчатого колеса;  $T_1$  – период поворота шестерни;  $T_2$  – период поворота зубчатого колеса.

Исследование кинематики привода было проведено на математической модели трехвальной коробки передач. Установлено, что чем ближе к выходному валу находится дефект, тем выше степень его влияния на кинематическую неравномерность вращения выходного вала.

Величина кинематической неравномерности выходного вала сказывается на динамике работы привода. В момент восстановления кинематической связи, после прохождения дефекта, происходит удар. Величина энергии удара зависит от разницы скоростей ведомого и ведущего колес при их соприкосновении, от величины передаваемого момента, от накопленной кинетической энергии, т.е. от моментов инерции вращающихся масс, связанных с ведущей и ведомой частями привода и от их угловых скоростей.

При проведении вибродиагностики зубчатых зацеплений в качестве диагностического сигнала используют ударный импульс. Ударный импульс,

вызванный изменением кинетической энергии в зубчатом зацеплении при прохождении единичного дефекта, характеризует динамическую нагруженность зубьев, а не самого привода. В этих исследованиях упругим элементом представляется сам зуб, хотя жесткость валов самого привода может быть гораздо меньше [3].

Для исследования изменения динамики привода при наличии единичного дефекта были разработаны математическая и динамическая модели привода.

Проведенные теоретические исследования показали, что на динамическую нагруженность привода значительное влияние оказывает величина дефекта на выходном звене, а также величина передаваемых нагрузок.

Полученная информация позволяет определить остаточный ресурс привода, а также сделать вывод о целесообразности дальнейшей эксплуатации механизма в целом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Иванов, М. Н.** Детали машин: учебник для машиностроительных специальностей вузов / М. Н. Иванов, В. А. Финогенов. – М. : Высшая школа., 2008. – 408 с.: ил.
2. **ГОСТ 1643-81** Основные нормы взаимозаменяемости. Передачи зубчатые цилиндрические. Допуски [Текст]. – Введ. 1981-01-07. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 45 с.: ил.
3. **Ишин, Н. Н.** Определение параметров ударного импульса в зацеплении прямозубых цилиндрических колес с учетом упругости валов и подшипников / Н. Н. Ишин, А. М. Гоман, А. С. Скороходов // Механика машин, механизмов и материалов. – 2012. – 2(19). – С. 37–40.

#### УДК 338.31 ПРОЦЕДУРА ВЫЯВЛЕНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В ИННОВАЦИОННОМ ОПЫТЕ НА АЛМАЗООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

**Д. Ю. ШУТОВА**  
Научный руководитель М. И. ДЛИ, д-р техн. наук, проф.  
Ф-л Федеративного государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»  
Смоленск, Россия

Для алмазообрабатывающих предприятий актуальным является вопрос о накоплении, использовании и передаче инновационного опыта (ИО). В результате анализа работы предприятий данного вида деятельности была предложена следующая процедура выявления потребности в ИО на различных этапах производственного процесса.

1. Анализ эффективности обработки всего объема алмазного сырья с выявлением низкорентабельных классов продукции.
2. Сравнительный анализ прогноза и фактических результатов обработки по эффективности, массе, цвету и дефектности бриллиантов каждым специалистом.
3. Выявление наличие ИО у отдельных сотрудников.
4. На основе сравнительного анализа желаемых и фактических результатов обработки поля распределения значений по отдельным характеристикам нахождение зон с существенными отклонениями. Таким образом, можно четко определить «проблемную зону» по каждому специалисту и принять решение о целесообразности приобретения им ИО.
5. После выявления источников и потребности в ИО, выбирается один из разработанных вариантов его распространения (рис.1–5).

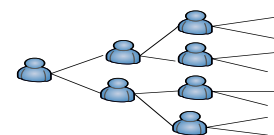


Рис. 1. Волнообразное распространение ИО

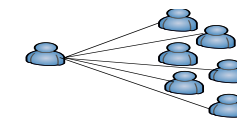


Рис. 2. Распространение ИО методом «Единого удара»

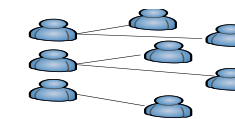


Рис. 3. Распространение ИО методом «Распределение усилий»

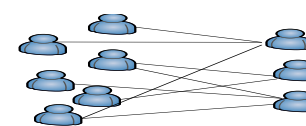


Рис. 4. Распространение опыта методом «Дополнение усилий»

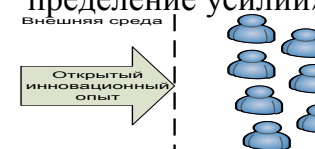


Рис. 5. Распространение усилий методом «Займствование»

6. Оценка эффективности использования выбранного варианта распространения инновационного опыта.

Е. Н. ШЕРОБУРКО, С. А. ТРУСОВА

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

Низкий уровень инновационной активности субъектов хозяйствования в Беларуси, их слабая заинтересованность в технологическом обновлении производства объективно обусловлены рядом факторов. Во-первых, отсутствием конкурентной среды, развитого рынка новых технологий и инновационных продуктов, низким спросом на них со стороны производителей, с одной стороны, и предложений от их создателей – с другой. Во-вторых, отсутствием развитого рынка труда, что позволяет предпринимателям получать основную массу прибыли не за счет внедрения технических и технологических инноваций, а от эксплуатации дешевой рабочей силы. В-третьих, отсутствием целевых параметров инновационного воспроизводства основного капитала и вместе с тем оценочных критериев инновационности. В-четвертых, неразвитостью организационной структуры инновационного воспроизводства, слабостью или отсутствием организационных звеньев предприятий по исследованию рынка новых технологий, сбора, генерации и отбора инновационных идей и их воплощения в конкретные решения и проекты.

Среди ключевых направлений совершенствования и систематизации законодательства, связанного с инновационным развитием, можно выделить следующие:

- совершенствование налогового законодательства в части предоставления значительных льгот для субъектов научной и инновационной деятельности, стимулирования труда авторов научных разработок;
- совершенствование механизма финансирования и поддержки инновационной деятельности;
- совершенствование правовой охраны изобретений, открытий, промышленных образцов и других результатов интеллектуальной деятельности;
- усиление охраны прав белорусских авторов;
- совершенствование инвестиционного законодательства для привлечения эффективных прямых иностранных инвестиций в Республику Беларусь.

В. Е. БАБИЧ

Государственное учреждение образования  
«ИНСТИТУТ ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ»  
МЧС Республики Беларусь  
пос. Светлая Роща, Беларусь

Часто при анализе состояния поверхности деталей их качество оценивается лишь величиной шероховатости. Этот параметр принимают за характеристику работоспособности и прочности изделия. Безусловно, резцы проходческих комбайнов подвергаются абразивному изнашиванию и требуют низкой шероховатости рабочих поверхностей. В процессе взаимодействия с породой при больших величинах микронеровностей возникают высокие температуры, и как следствие, ухудшение характеристик поверхностного слоя и происходит более интенсивный износ. Рядом исследований установлено, что улучшение микрогеометрии поверхности деталей способствует повышению их прочности, но не является определяющим фактором, характеризующим работоспособность. Процесс упрочнения поверхностного слоя в значительной степени связан с характеристиками их тонкой кристаллической структуры [1].

Влияния режимов магнитно-абразивной обработки на микротвердость исследовали на образцах резцов РКС проходческих комбайнов. По сравнению с исходным значением при магнитно-абразивном полировании микротвердость поверхности повышается до 35 %, толщина упрочненного слоя при этом остается неизменной. Магнитно-абразивная обработка позволяет достичь на корпусе резца (сталь 30ХГСА)  $R_a$  0,6 мкм с исходной  $R_a$  3,2 мкм, на зубке (ВК8)  $R_a$  0,32...0,16 мкм с исходной  $R_a$  1,25...0,63 мкм. На основании результатов экспериментальных исследований можно сделать вывод, что магнитно – абразивная обработка является эффективным способом отделочной обработки резцов из сталей 30ХГСА и твердого сплава ВК8, при котором существенно снижается шероховатость поверхности, возникают незначительные наклепы и напряжения сжатия.

На примере резцов РКС показано, что физико-механические характеристики поверхностного слоя рабочего инструмента повышаются, наряду с улучшением их микрогеометрии обеспечивается повышение эксплуатационных свойств поверхностного слоя как стали 30ХГСА, так и твердого сплава ВК8 за один технологический переход.

УДК 621.923.4

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФИНИШНОЙ  
ПНЕВМОЦЕНТРОБЕЖНОЙ ОБРАБОТКИ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ  
ТРАКТОРНЫХ И КОМБАЙНОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ  
В РЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

К. А. БЫЧИНСКИЙ

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

Повышение требований, предъявляемых к качеству ремонта двигателей, требует применения на финишных операциях новых методов обработки.

Наиболее перспективными методами улучшения качества ремонта являются замена процессов резания процессами тонкого пластического деформирования. Одним из таких способов является пневмоцентробежная обработка (ПЦО). Сущность ПЦО состоит в тонком упрочнении зеркала гильзы стальными шарами, движущимися свободно в потоке сжатого воздуха по кольцевидной траектории относительно продольной оси гильзы.

Опытное испытание в основном производстве партии гильз ДВС мод. Д-245 после ПЦО обеспечивает относительный расход масла на угар до 0,6 %, что доказано результатами стендовых испытаний. Это достигается применением на финишной операции ПЦО простых в конструктивном исполнении средств технологического оснащения. При этом не требуется применение СОЖ, чистовых хонинговальных головок. В качестве станочного приспособления можно применить заводское приспособление для хонингования гильз. Зажим гильзы имитирует закрепление гильзы в блоке.

В качестве основного оборудования используется радиально-сверлильный станок модели 2А55 со специальной оправкой, устанавливаемой в шпиндель станка, которая лишает инструмент вращения и одновременно обеспечивает подвод сжатого воздуха к инструменту. Применяемый инструмент: пневматический шариковый накатник центробежного действия, укомплектованный двумя рядами стальных шаров, каждый из которых имеет разнонаправленное вращение под действием струй сжатого воздуха.

Предложенная технология по трудоемкости сопоставима с процессом плосковершинного хонингования, легко реализуется в ремонтном производстве, повышает экологические показатели ДВС и улучшает условия ремонта гильзы с одновременным снижением стоимости ремонта гильзы и повышением ресурса работы двигателя.

УДК 339.138

МЕЖДУНАРОДНОЕ ТОРГОВОЕ ПОСРЕДНИЧЕСТВО

Е. Н. ШЕРОБУРКО, А. В. ТИПАНКОВА

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

Любое предприятие, занимающееся торговой деятельностью, принимает меры для расширения рынка сбыта своих товаров, в том числе работ и услуг. Предприятия, непосредственно занимающиеся производством, после освоения национального рынка стараются поставлять свою продукцию на рынки других стран, что позволяет увеличить прибыль за счёт более высоких цен на новых рынках.

Однако в большинстве случаев при поставке товаров на рынки иностранных государств нельзя обойтись без привлечения посредников, которые хорошо знают условия торговли и уровень цен на местных рынках. Те предприятия, которые привлекают посредников, значительно уменьшают свои расходы на освоение нового рынка сбыта продукции.

В целях совершенствования условий создания товаропроводящей сети отечественных производителей за рубежом и защиты их экономических интересов постановлением Совета Министров Республики Беларусь разработано Положение о товаропроводящей сети отечественных производителей за рубежом и защите их экономических интересов. Данное положение предусматривает, что в заключаемом договоре о сотрудничестве между производителем товара и корпоративным субъектом товаропроводящей сети, дилером, дистрибьютором, иным субъектом товаропроводящей сети за рубежом рекомендуется предусматривать следующие условия:

- регион деятельности субъекта товаропроводящей сети;
- допустимые ограничения реализации субъектом товаропроводящей сети товаров другому субъекту предпринимательской деятельности для дальнейшей перепродажи данного товара;
- допустимая цена на реализуемый субъектом товаропроводящей сети товар производителя;
- возможность формирования субъектом товаропроводящей сети заявок на производство и поставку товара;
- возможность установления минимальных объёмов продаж и специальных условий реализации товаров;
- осуществление маркетинговых исследований в данном регионе деятельности.



О. И. ЧУМАЧЕНКО

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

В современных условиях инновации являются одним из важнейших факторов обеспечения конкурентоспособности страны, повышения уровня жизни населения, а также поддержания экономической, оборонной, технологической безопасности государства. Особенно актуальны инновации для стран, которые не обладают богатыми природными ресурсами, к числу которых можно отнести и нашу республику.

Ведущая роль в инновационной составляющей развития экономики принадлежит государству. Именно благоприятные условия для инновационной деятельности, создаваемые государством, дают возможность стране выигрывать в глобальной международной экономической конкуренции. Грамотно проводимая инновационная политика сама по себе является мощным инструментом, с помощью которого государство в состоянии преодолеть спад в экономике, обеспечить ее структурную перестройку и насытить рынок разнообразной конкурентоспособной продукцией.

Основные направления развития инновационной деятельности, проводимой в Республике Беларусь, определяются Комплексным прогнозом научно-технического прогресса, разработанным на 20 лет, который предусматривает развитие национальной инновационной системы как целенаправленного организационного механизма взаимоотношений между всеми участниками инновационного процесса, обеспечение наращивания научно-технического потенциала с ориентацией научных исследований и разработок в интересах развития белорусской экономики.

Формирование и проведение инновационной политики в Республике Беларусь осуществляется с учетом следующих условий:

- необходимости наличия развитого научно-технического потенциала;
- повышения уровня научных разработок;
- сокращения лага времени от научной разработки до ее использования в производстве;
- повышения наукоемкости ВВП.

Успех инновационной экономики определяется способностью трансформировать новые знания в новые процессы и продукты. Поэтому на современном этапе развития экономики в республике научно-техническая политика направлена на максимальное приближение исследований и разработок к потребностям белорусской экономики.

П. В. ВЕРЕМЕЙ, П. В. ПОТАПЕНКО

Научный руководитель О. Г. ДЕВОЙНО, д-р техн. наук, проф.  
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

Данная работа посвящена исследованиям износостойкости упрочнённого лазерной поверхностной закалкой слоя в широком диапазоне скоростей обработки для среднеуглеродистой стали 45.

Испытания образцов на износостойкость проводились экспресс-методом на машине торцового трения по схеме диск – втулка в условиях сухого трения. Основой для машины торцового трения являлся настольный вертикально-сверлильный станок модели 2Н112. Изнашивание образца, представляющего собой диск (Ø 70 мм, толщина 10 мм, шероховатость торцевой поверхности Ra 5), осуществлялось контртелом (втулка из твёрдого сплава ВК8). Лазерным сканирующим излучением на торцевых поверхностях образцов были закалены (при скоростях 400, 700, 1000 и 1200 мм/мин) дорожки, истирание которых и проводилось. Также истиранию подвергся образец стали 45 в исходном состоянии (без обработки лазерным излучением) с тем же качеством поверхности. Нагрузка Р на контртело передавалась через шпиндель-рейку набором грузов. На образце в процессе трения образовывалась канавка, глубина которой представляла собой величину износа. Нагрузка во время испытаний принималась равной 235, 310 и 423 Н, длительность испытаний – 15 минут, площадь контакта – 1 см<sup>2</sup>. Глубина протёртой дорожки измерялась на профилографе-профилометре модели 252.

В работе также были исследованы поперечные срезы закалённых образцов, установлена глубина и микротвёрдость упрочнённой зоны.

В результате работы были построены столбчатые диаграммы скорости (интенсивности) изнашивания и относительной износостойкости для закалённых и незакалённых образцов при различных уровнях нагрузки на контртело. Отмечено 1,4–2,1 кратное повышение относительной износостойкости закалённых образцов по сравнению с незакалёнными. Даны практические рекомендации по применению режимов лазерной закалки, обеспечивающих наилучшее сочетание качества обработанной поверхности и износостойкости поверхностного слоя.

УДК 681.5.015

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА  
КОМБИНИРОВАННОЙ СУШКИ

И. Э. ИЛЮШИН

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

Широкое применение процесса сушки в пищевой промышленности и большие затраты энергии обуславливают необходимость поиска новых решений, в частности применения комбинированной сушки (то есть одновременного использования нескольких видов сушки). Такой подход позволяет интенсифицировать процесс, а также снизить энергозатраты. В данной работе предложен алгоритм моделирования и оптимизация комбинированной сушилки, совмещающей конвективный и сверхвысокочастотный способы подвода энергии.

Процесс сушки в комбинированной сушилке описывается уравнением движения и неразрывности вязкого несжимаемого потока и уравнением конвективно-диффузионного переноса паров влаги в движущемся сушильном агенте и уравнения, описывающего поле температуры в потоке теплоносителя. Структура предложенной математической модели процесса сушки в первую очередь определяется гидродинамическими параметрами. Поэтому для описания связи этих параметров в известных работах используются следующие гидродинамические модели: модель идеального смешения, ячеечная модель, модель идеального вытеснения, диффузионная модель, которые частично опираются на эмпирические данные.

В отличие от известных подходов, в данной работе предложен алгоритм моделирования процесса с использованием кривых сушки. Проведен ряд опытов по сушке пивной дробины при различной мощности СВЧ-излучения и сняты экспериментальные данные. Измерение влажности производилось косвенным методом: путем измерения массы с последующим пересчетом. А для получения промежуточных значений осуществлена интерполяция полиномом Лагранжа. Программная реализация модели выполнена в программной среде Delphi 7, с учетом факториальной сложности вычислений.

Оптимизация процесса произведена по двум параметрам: потребляемой энергии и времени сушки. По результатам оптимизации сделаны выводы об оптимальном режиме сушки.

УДК 332.1:001.895

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ УРОВЕНЬ ИННОВАЦИОННОГО  
УПРАВЛЕНИЯ РЕГИОНОМ

А. А. ТЮТЮННИК

Ф-л Федеративного государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего профессионального образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»  
Смоленск, Россия

Использование инновационных подходов в управлении социально-экономическими системами является основой стабильного и устойчивого развития страны и региона в настоящее время. Только с помощью инноваций можно в настоящее время выиграть в мировой конкурентной борьбе. Инновационные технологии, основанные на взаимодействии со многими процессами в технической, экономической, социальной и природной сфере, создают преимущества отдельным предприятиям, регионам и странам. Им принадлежит ключевая роль в реализации основного императива устойчивого развития – гармоничного сочетания экономического роста с сохранением природной среды и социального прогресса.

Можно выделить следующие факторы внешней среды косвенного воздействия, определяющие эффективность от реализации инновационной деятельности и прежде всего развития ее открытой инновационной практики. Политико-правовые: финансовая поддержка исследований и разработок, уменьшение налогового бремени в соответствующих сферах и отраслях, легкость оформления патента, обеспечение защиты авторских прав, поддержка конкуренции, отсутствие тотального контроля и сверхплановости, создание привлекательного образа страны на международной арене. Технологические: развитие эффективных коммуникаций, развитие различных форм и видов связи, создание исследовательских центров, наличие специализированного оборудования. Экономические: финансовая поддержка исследований и разработок, обеспечение экономической стабильности, обеспечение оптимальной налоговой ставки и ставки финансирования, эффективная кредитная политика, эффективная инфляционная политика. Социально-культурные: поддержка ученых и следователей, система повышения квалификации и профессионального, специального образования, поддержка и внедрение на уровне государства политики поощрения преобразований, энергосбережения, рационального использования имеющихся ресурсов, обеспечение доступа к необходимой информации.

Наличие и уровень развития данных факторов определяет степень развития и восприятия открытых инноваций.

Д. А. ТЮКАЕВ, Е. А. КИРИЛЛОВА

Научный руководитель В. П. МЕШАЛКИН, д-р техн. наук, проф.  
Федеративное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА»

Ф-л Федеративного государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего профессионального образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»  
Смоленск, Россия

Наращение стратегического потенциала в современных условиях должно основываться на инновационных подходах к технологиям производства и управления. Переход к инновационной экономике способствует становлению организаций, ориентированных на интеллектуальные, инновационные принципы функционирования. Конкурентная борьба ведется за наиболее оптимальные способы организации и управления ограниченными ресурсами.

Все набирающая темпы роста и вес на мировой арене атомная энергетика как никакая другая отрасль требует разработки и внедрения инноваций во всех аспектах жизнедеятельности объекта. На предприятиях атомной энергетике аспекты обеспечения качества имеют особое значение. АЭС, являясь объектом повышенной опасности, требует специального подхода в решении данных проблем. В данном случае безопасность, как одна из характеристик качества, становится важным критерием, определяющим надежность эксплуатации и безопасность АЭС. Опираясь на определяющий критерий безопасности инновации на атомных объектах должны строиться на открытых принципах работы и взаимодействия научных центров, АЭС и обслуживающих объектов. Положительный опыт обслуживания необходимо «собирать» и, обмениваясь, наращивать, тем самым обеспечивая безопасность и рост эффективности производства электроэнергии. В настоящее время опираться на экстенсивное производство с большими затратами, излишними запасами и увеличенными штатами работников, на котором строится развитие многих сфер, для предприятий атомной энергетики является неприемлемым, так как рынок только начинает активно развиваться, впитывать все последние инновационные разработки и приносить плоды. Жесткая конкуренция диктует свои условия, заставляя предприятия предпринимать срочные меры, которые позволят им не только выжить, но и эффективно работать на рынке. Именно открытые инновации позволяют предприятиям атомной энергетики сохранить лидирующее положение и будут способствовать росту всей экономики страны.

Е. В. ИЛЬЮШИНА, Н. М. ЮШКЕВИЧ, А. А. ГОРШКОВА

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

В процессе пневмоцентробежной обработки (ПЦО) под действием рабочей среды (воздух) шары в инструменте получают орбитальное движение вдоль камеры расширения с одновременным осциллированием и радиальным перемещением к обрабатываемой поверхности. В результате создается центробежная сила, действующая со стороны каждого шара на поверхность обработки. При осевой подаче инструмента траекторией центра шара является винтовая линия (рис. 1).

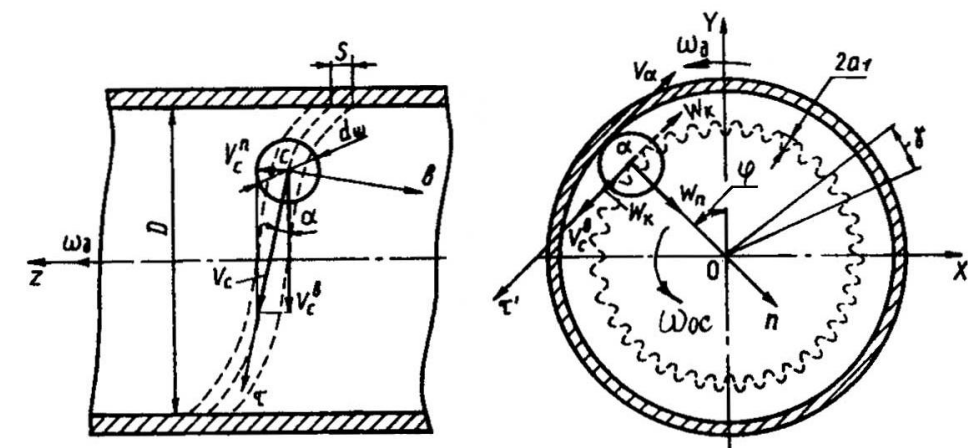


Рис. 1. Кинематика рабочих тел в процессе ПЦО

Центробежная сила инерции, которую развивают шары при вращении, определяется выражением (1)

$$F_c = m\omega_{отн.ш.}^2 R = \frac{mV_{отн.ш.}^2}{R}, \quad (1)$$

где  $R$  – радиус беговой дорожки шара, м;  $\omega_{отн.ш.}$  – относительная угловая скорость,  $c^{-1}$ ;  $V_{отн.ш.}$  – относительная линейная скорость шаров, м/с.

Относительная скорость шара  $V_{отн.ш.}$  зависит от направления вращения шаров и заготовки в процессе обработки.

УДК 681.532.62  
АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖАНИЯ РАДИАЛЬНОЙ СИЛЫ  
ПРИ ШЛИЦЕФРЕЗЕРОВАНИИ

А. О. КОЗЛОВ, Е. Ю. ДЕМИДЕНКО

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

Каждая из составляющих суммарной силы резания при шлицефрезеровании зависит от параметров режима резания.

Управление процессом шлицефрезерования может осуществляться путём управления силой резания или какой-либо из ее составляющих, что осуществляется путём изменения одного из параметров режима шлицефрезерования. Одним из решающих параметров, определяющих ход рассматриваемого процесса, качество обработки детали и его производительность, является радиальная сила шлицефрезерования.

Предлагаемая адаптивная система поддержания радиальной силы при шлицефрезеровании представляет собой замкнутый контур, измерительная цепь которого состоит из динамометрического узла  $ДЦ$ , линейных усилителей  $A_1$  и  $A_2$ , детектирующего элемента  $K_0$  с контрольным прибором  $П_1$  служащим для наблюдения за действующей радиальной силой процесса. Сигнал, пришедший по цепи измерения, поступает на схему сравнения  $СС$ , где он сравнивается с опорной величиной, вырабатываемой задающим устройством  $ЗУ$ ; опорная величина устанавливается по контрольному прибору  $П_2$  включенному на задающее устройство. Цепь управления, помимо усилителя  $A_3$ , имеет реверсивный серводвигатель  $M$  с электромагнитным тормозом, редуктор  $i$ , служащий для управления системой гидропривода  $ГП$  подачи станка.

Для определения опорной величины устройства  $ЗУ$  используются результаты исследований, в результате которых был получен прогнозирующий расчёт деформаций эвольвентного шлицевого вала по которому можно судить о величине действующих сил.

Оснащение шлицефрезерных станков системами для автоматического поддержания заданной радиальной силы позволяет увеличить производительность обработки при обеспечении заданного качества. При использовании станков, с такими системами, создаются более широкие возможности для осуществления многостаночного обслуживания, так как исключается возможность поломки червячной фрезы из-за перегрузок. Относительная простота и небольшие затраты на изготовление системы позволяют рекомендовать её как при изготовлении новых шлицефрезерных станков, так и при модернизации старых.

УДК 339.138  
СЕГМЕНТАЦИЯ КЛИЕНТОВ ПРЕДПРИЯТИЯ НА БАЗЕ MS OFFICE

Е. М. ТОМИЛОВА

Научный руководитель О. А. РОЖОК  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Для сегментации клиентов предприятия авторами разработано программное обеспечение «Сегментация клиентов средних и крупных предприятий розничной торговли, реализующих товары ежедневного спроса» (далее – программа).

Программа реализована на базе MS Office (MS OfficeExcel 2003), а все расчеты – с использованием включенного в MS Office языка программирования VisualBasic.

Сегментация клиентов, находящихся в базе данных предприятия, осуществляется по следующим критериям: давность осуществления последней транзакции (recency), частота осуществления транзакций (frequency), денежная ценность клиента (monetary value). Использование этих параметров позволяет разделить всю клиентскую базу пользователей картами постоянного покупателя на 27 сегментов, из которых выбирают 6 основных сегментов, на которых будет направлена реализация программ лояльности. Для однозначности результатов при подсчете, общим ключом принят № карточки постоянного покупателя.

Преимущества использования программы: нет необходимости устанавливать дополнительное программное обеспечение и обучать работников; можно просматривать частоту и историю покупок конкретных клиентов; простота оформления отчета; облегчение работы с запросами по клиентской базе: сокращение затрат времени на ввод и обработку информации в базу данных клиентов; в сравнении с классическим RFM-анализом – меньшее число сегментов, возможность выделить наиболее ценные сегменты постоянных покупателей и производить их оценку.

Недостатки использования программы: применима для сегментации клиентов средних и крупных предприятий; большинство операций необходимо выполнять вручную; получить результат от работы с программой может только специалист, способный работать в системе маркетинга.

Разработанная программа представляет собой адаптированный вариант RFM-анализа для средних и крупных предприятий, имеет доступный интерфейс для пользователя, а также дает возможность синхронизировать работу отдела маркетинга, сбыта и бухгалтерии.

УДК 338.1

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ  
ОТНОШЕНИЙ В ЭКОНОМИКЕ

О. В. СЕДЛУХО, Н. Н. ХМЕЛЬНИЦКАЯ

Научный руководитель С. Н. ГНАТЮК, канд. экон. наук, доц.

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

В рыночной экономике в распределительных отношениях проявляются главные и непосредственные интересы трех сторон общества: наемных работников, работодателей и государства в целом. Выработка приемлемого механизма реализации своего интереса каждой из сторон предполагает соблюдение необходимого баланса в трехстороннем партнерстве.

Распределение материальных благ в обществе есть функция производственного процесса, т.е. зависит от количества использованного труда, его производительности и эффективности (фондоотдача, материалоемкость, энергоемкость, рентабельность и т. п.). Такой подход дает возможность выработать модель распределения материальных благ в обществе на макро- и микроуровне.

Макроэкономический аспект распределительных отношений связан с рынком труда, который предполагает установление равновесной цены на рабочую силу.

А кроме этого рыночное распределение доходов основано на соответствии дохода каждого владельца фактора производства предельному продукту, получаемому от данного фактора. Но на этот экономический процесс распределения влияет и государство, проводя определенную социальную ориентированность механизма распределения доходов в обществе. Это вызвано необходимостью реализации социальной справедливости, личной свободы и прав граждан, а также выполнение государством своих обязанностей перед своими гражданами.

Распределение созданного продукта в общественном производстве предполагает, что субъекты (государство, наемные работники и собственники капитала) получают вмененный им доход, т. е. государство – прямые и косвенные налоги, собственники капитала – прибыли, проценты, рентные доходы и дивиденды, наемный работник – цену труда (заработная плата). В основе формирования доходов субъектов национальной экономики лежит результативность и эффективность функционирования экономических субъектов.

УДК 662.6/9

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ  
РЕЖИМОВ ПРЕССОВАНИЯ ПЕЛЛЕТ ИЗ ОПИЛОК  
РАЗНЫХ ПОРОД ДЕРЕВЬЕВ

П. Г. ЛАГУНОВИЧ

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

Учреждение образования

«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Барановичи, Беларусь

В настоящее время очень интенсивно развивается такая отрасль энергетики, как производство экологического топлива в виде брикетов и пеллет, которые изготавливают из древесных и растительных отходов. Пеллеты являются сыпучим топливом с высокой теплотворностью, низким содержанием золы и воды, что не вызывает теплового удара при горении, малыми затратами на складирование и позволяют автоматизировать процесс сжигания в топке котла и печи [1]. Пеллеты как топливо широко используются практически на всех континентах Земли. Многие фирмы в Европе уже отказались от изготовления газовых котлов и перешли на изготовление котлов под брикеты и пеллеты.

На качество пеллет влияют различные факторы, такие как материал и состав сырья, однородность, степень измельчения, влажность и температура при прессовании, давление и способ изготовления пеллет.

Для определения оптимальных режимов прессования пеллет спроектировано и изготовлено простое приспособление (рис. 1), позволяющее исследовать режимы процесса прессования при воздействии различных факторов, перечисленных выше.

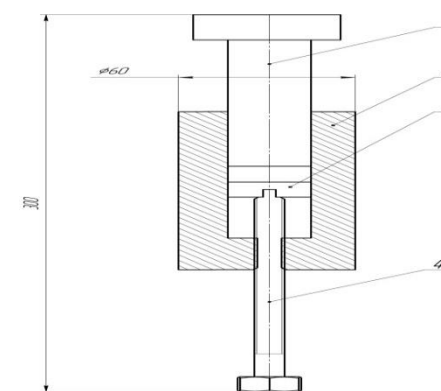


Рис. 1. Приспособление для исследования оптимальных режимов прессования пеллет

Приспособление состоит из пуансона 1, прессующего опилки, засыпанные в отверстие матрицы 2 с вложенной пятой 3, болта 4, с помощью которого выталкивается пеллет из матрицы. В качестве исходного материала берутся опилки ольхи, дуба, сосны, ели и других деревьев и растений, а также смеси опилок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биотопливо и его использование / В. М. Благодарный [и др.]. – Барановичи: РИО БарГУ. – 2012. – 317с.

А. С. ЛАПКОВСКИЙ, О. Н. КАВАЛЬЧУК

Научный руководитель О. Г. ДЕВОЙНО, д-р техн. наук, проф.  
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

В отличие от известных способов объемной термической обработки твердых сплавов процесс лазерного воздействия оперативно организован в производственных условиях с минимальными удельными затратами.

В настоящий момент существуют три основных направления лазерного упрочнения твердых сплавов: импульсная (ИЛО) и непрерывная лазерная обработка, текстурирование передней поверхности лазерным лучом.

Метод **ИЛО** заключается в воздействии короткими импульсами с высокой плотностью мощности, что приводит к переходу вещества в плазменное состояние. При расширении плазмы возникают большие давления и, если это явление происходит в том случае, когда время воздействия излучения меньше времени распространения ударной волны, то и возникает ударная волна с большой амплитудой на обрабатываемой поверхности. При распространении этой волны вглубь материала и происходит пластическая деформация, приводящая к упрочнению материала.

**Текстурирование режущего инструмента** основано на уменьшения сил трения на передней поверхности инструмента, чего добиваются путем нанесения текстур. Эффект снижения коэффициента трения сильно зависит от формы и размера текстуры, значительно более низкие коэффициенты получают при микро- и наноразмерных текстурах. Данная технология применяется для модифицирования инструмента применяемого при чистовой и получистовой обработке вязких материалов.

Применение **непрерывного излучения** для изменения структурно-фазового состава и свойств твердых сплавов является гибким инструментом. Лазерная обработка непрерывным излучением при плотности мощности от  $0,8 \cdot 10^5$  до  $1,4 \cdot 10^5$  Вт/см<sup>2</sup> и скорости перемещения луча 100...900 мм/мин обеспечивает достаточно эффективное упрочнение твердых сплавов группы ВК. При оптимальных режимах облучения стойкость увеличивается в 2...3 раза. При обработке непрерывным излучением без вольфрамовых твердых сплавов ТН, с сохранением исходной шероховатости поверхности, микротвердость возрастает в 1,3–1,5 раза и достигает 20,5–22,5 МПа. Также наблюдается существенный рост плотности дислокаций в зоне облучения, появление в поверхностном слое значительных сжимающих напряжений первого рода. Совокупность этих факторов позволяет достичь увеличения стойкости инструмента в 2,4–4,0 раза.

О. В. СЕДЛУХО

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

Распределительные отношения в рыночной экономике по своему социально-экономическому содержанию базируются на отношениях, складывающихся в процессе производства, обмена, присвоения и др. А эти отношения находят свое отражение при определении соответствующей доли созданного продукта каждому участнику распределительных отношений, т. е. величины оплаты труда. В данном случае идет речь не обо всей системе распределительных отношений, а только о той ее части, которая связана с оплатой затрат труда при производстве продукции, выполнении работ и оказании услуг. Оплата труда производится не только и не столько в зависимости от затрат, но и от его результативности и эффективности. В связи с этим в основу организации оплаты труда должны быть положены принципы, которые наиболее полно смогут определить ее размер. Так как распределительные отношения многообразны, то и принципов также много. В системе распределительных отношений следует, прежде всего, выделить функции и принципы оплаты труда. Функции можно сгруппировать в три группы. Первая группа функций – общие или родовые, которые раскрывают требования, предъявляемые к оплате труда. Оплата труда должна выступать в качестве источника, за счет которого удовлетворяются жизненные потребности и воспроизводство рабочей силы и покоиться на единстве критериев для работников, участвующих в распределении материальных благ.

Вторая группа функций оплаты труда – это специфические функции:

- средство измерения затрат живого труда;
- формирование платежеспособного спроса работников;
- стимулирование повышения эффективности труда и производства;
- отражение вклада работника в достигаемых результатах работы предприятия (фирмы).

Третья группа – социальные функции проявляются в следующем:

- в укреплении у работников интереса к труду и потребности в нем;
- развитие интереса к творчеству;
- развитие коллективизма и творческого сотрудничества;
- быть средством социального выражения и социальной справедливости.

К. С. САМАРЦЕВ

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

В государственных документах Российской Федерации – «Концепции модернизации российского образования до 2010 года» и «Основных направлениях социально-экономической политики Правительства Российской Федерации на долгосрочную перспективу» одним из главных факторов, влияющих на социально-экономическое развитие страны в первую очередь, находится «развитие современной системы непрерывного образования». Компетентностный подход и внедрение моделей непрерывного профессионального образования, основанных на формировании индивидуальной образовательной траектории, в том числе с использованием современных информационных и коммуникационных технологий, определены стратегическим вектором модернизации системы образования.

Понимание непрерывного образования во многом совпадает с дополнительным профессиональным образованием, поскольку включает в себя регулярное повышение квалификации и профессиональную переподготовку. Считается, что в историческом аспекте вначале термин «компетенция» использовался применительно к системе последипломного образования, повышения квалификации и переподготовки управленческих кадров.

Проблемы, связанные с использованием явления компетенций в информационно-коммуникационных системах управления, возникают ввиду слишком широкого его определения.

Компетенция как сфера отношений между знанием и действием в человеческой практике, как способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в соответствующей области, понятно отражает поставленные цели обучения и профессиональную ценность обучающегося, но не должно иметь неоднозначную трактовку. В обычной практике явление представляет совокупность не жестко связанных предложений, что затрудняет их интерпретацию и обработку, особенно, если целью использования профиля является планирование образовательных мероприятий для поддержки приобретения необходимых компетенций, трансформации знаний экспертов в структурированную информацию для программной обработки и человеческого восприятия и преобразованием её обучающимися обратно в знания, интегрированные в их когнитивную систему в соотношении с контекстом и практикой.

Д. Г. ЛАТУШКИН

Научный руководитель Н. В. ПУТЕЕВ, канд. техн. наук  
Учреждение образования  
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Витебск, Беларусь

Важными задачами современного машиностроения являются повышение качества технологического оборудования, увеличение его срока эксплуатации и стабильной работы с высоким коэффициентом полезного действия.

Улучшение свойств рабочих жидкостей и масел за счет введения в них присадок является одним из слагаемых решения этих проблем.

В процессе работы технологическая жидкость подвергается изменению давления в широком диапазоне, изменению скорости и направления потока, а также изменению температуры.

Гидравлическое масло представляет собой высококачественное минеральное масло высокой степени очистки с особыми добавками (присадками).

Условия работы масел в современных механизмах настолько тяжелы, что отдельные, даже самые эффективные, присадки не позволяют обеспечить удовлетворительные эксплуатационные свойства. Поэтому в масла обычно вводят композицию из четырех-пяти соединений (пакет присадок), каждое из которых придает им особые свойства.

Требования, которые предъявляются к присадкам:

- хорошо растворяться в масле;
- обладать малой летучестью и не испаряться из масла при хранении и эксплуатации в широком диапазоне температур;
- не вымываться водой и не подвергаться гидролизу;
- не взаимодействовать с контактирующими поверхностями материалов;
- сохранять свои функции в присутствии иных добавок и не оказывать на них депрессивного действия.

На практике эти требования полностью не удается осуществить. Почти все присадки в масле находятся не только в растворенном состоянии, но и в виде очень мелких взвешенных частиц. Чем выше концентрация присадок, тем большее их количество будет в неустойчивом состоянии. Эта нестабильная часть может задерживаться маслоочистительными устройствами, а при длительном хранении, действии влаги выпадать в осадок, что приводит к ухудшению эксплуатационных свойств масел. Поэтому после разработки присадок проводится их комплексные исследования (лабораторные, стендовые и эксплуатационные).

Для лабораторных испытаний подготовлена специальная лабораторная установка, которая имитирует работу механизма и обеспечивает регулировку и замер параметров, необходимых для определения основных характеристик улучшенных присадками масел. Установку можно подключать непосредственно к гидросистемам металлообрабатывающих станков.

В. В. ЛЕВКОВИЧ

Научный руководитель В. А. ТОМИЛО, д-р техн. наук, доц.  
Государственное научное учреждение  
«ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАН Беларуси»  
Минск, Беларусь

Кольцевые детали широко востребованы современной промышленностью: от колец подшипников до деталей газотурбинных двигателей. Кольцевые детали могут производиться с помощьюковки или штамповки. Основными недостатками данных процессов являются низкий коэффициент использования металла и длительность цикла производства, связанная со значительным объемом дальнейшей механической обработки.

Технология кольцераскатки (рис. 1) не имеет вышеупомянутых недостатков, помимо прочего она имеет следующие достоинства: более высокие механические свойства, локальное приложение сил, гибкость процесса, благоприятное расположение волокон металла и наличие остаточных напряжений.

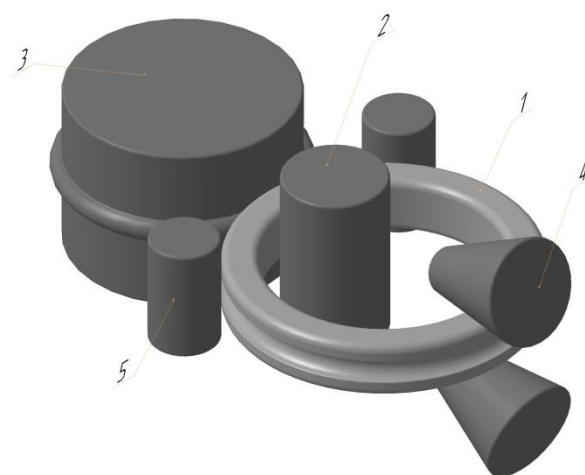


Рис. 1. Схема кольцераскатки

На основе построенной механической схемы процесса раскатки определены предельные значения параметров, связанные с геометрией кольцевой заготовки и инструмента и с параметрами движения инструмента.

Теоретический анализ показал, что для устойчивого процесса кольцераскатки необходимо обеспечить постоянную скорость увеличения внешнего диаметра, что достигается переменной подачей внутреннего вала, зависящей от толщины кольцевой заготовки.

О. А. РОЖОК, Е. М. ТОМИЛОВА

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

Насыщение рынков, обострение конкуренции, возникновение эффекта дефицита потребителей и рост их ожиданий обуславливают развитие в торговле концепции маркетинга взаимоотношений с потребителями.

Анализ показал, что наибольшее распространение в розничной торговле имеют простые дисконтные программы. Сочетание гибкости схемы и возможности проведения в рамках системы маркетинговых исследований сделали данную модель распространенной и широко представленной в розничных сетях.

Однако данная модель не учитывает следующее:

- программа проста для копирования конкурентами;
- если клиент обладает картами с одинаковой скидкой двух конкурирующих компаний, он не лоялен бренду;
- прямой дисконт – это чистые потери торговой компании.

Среди недостатков дисконтной программы и то, что компания втягивает себя в череду финансовых потерь, так как число обладателей максимальной скидки увеличивается. Единственный способ этого избежать – периодический обмен дисконтных карт с аннулированием набранных клиентов прав на скидку, что отталкивает постоянных клиентов.

Среди торговых предприятий Беларуси лишь гипермаркеты «BIGZZ» и «ГИППО» работают с более сложной программой лояльности, подразумевающей участие в ней других, не являющихся прямыми конкурентами предприятий. Это персонализирует отношение к клиентам, заменяет краткосрочные промоакции долгосрочной программой партнерства с клиентом, которая при этом трудно копируема.

Вместе с тем, в этих программах, отсутствует взаимозачет бонусов между фирмами, что уменьшает прибыль (отсутствуют дополнительные источники дохода), и привлечение большего внимания к рекламным акциям участника за счет объединенной силы брендов программы. Кроме того, отсутствует возможность проведения маркетинговых исследований.

Таким образом, стандартные программы лояльности стали нормой для потребителя и утратили былую эффективность. Торговые сети, которые первыми научатся делать клиенту индивидуальные предложения, обеспечат себе лидерство на рынке.



Ю. Ю. РАССЕКО  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

В малых городах проживает более 13 % населения Беларуси. И именно в них острее всего ощущаются социально-экономические проблемы, общие для всей страны. Исходя из этого, задача подъема уровня жизни белорусов не может быть решена без разрешения проблем малых городов.

При поощрении современной экономикой инновационного пути развития, особенно важна среда, в которой ведется предпринимательская деятельность. Деловая среда региона – набор его политических, экономических, социальных и технологических сил, которые находятся главным образом вне зоны контроля и влияния бизнеса и могут оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на него.

Одним из эффективных средств «спасения» малых городов может стать формирование стабильной деловой среды региона.

С этой целью предложены следующие меры, направленные на совершенствование деловой среды:

- усиление мониторинга деловой среды региона;
- использование зарубежного опыта по формированию и развитию деловых сред в регионах;
- расширение обязанностей аппарата управления с целью отслеживания хода развития деловой среды в регионе и контроля над этим процессом;
- разработка программы по совершенствованию коммуникационных связей и преодоление существующих коммуникационных барьеров;
- создание продуманной мотивационной программы, ориентированной на всех субъектов деловой инфраструктуры;
- ликвидация административных барьеров на пути внедрения инновационных и информационных технологий;
- создание делового кодекса норм и правил делового общения.

Также не стоит забывать сегодня о социальных ценностях, нормах, доверии, которые стали эффективным ресурсом развития деловой среды. От бренда, репутации зависят и перспективы финансового кредитования, и возможность расширения новых позиций, освоения новых социально-экономических ниш.

А. С. ЛИПНИЦКИЙ

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

Формирование внутреннего шлицевого профиля – слабоизученная область обработки металлов давлением на территории СНГ. Накатка наружного профиля различными способами подробно описана в книгах М. И. Писаревского [1, 2], внутренний же профиль не был подробно изучен из-за сложности самого процесса.

Авторами была выявлена минимальная степень осадки сегмента трубной заготовки не приводящая к пластическим деформациям остальной части заготовки и рассчитано оптимальное количество ступеней обжима сегмента трубной заготовки. Исследован радиус обрабатывающего инструмента (ролика) наилучшим образом влияющий на качество заполнения внутреннего шлицевого профиля и качества наружной поверхности трубной детали.

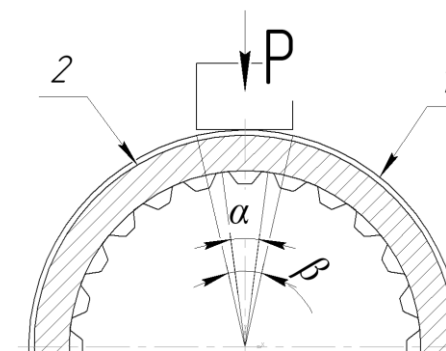


Рис. 1. Схема процесса

Схема процесса сегментного обжима трубной заготовки представлен на рис. 1. Наружный профиль трубной заготовки 1, после деформации 2.

Очаг деформации в зависимости от увеличения радиуса обрабатывающего инструмента возрастает, приводя к сильному увеличению усилия деформации.

По итогам исследования можно сделать следующие выводы: получены зависимости напряжений в стенках от степени деформации трубной заготовки, изучена кинематика течения металла в очаге деформации, подобран оптимальный профиль обрабатывающего инструмента, подобраны технологические режимы обработки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Писаревский, М. И. Новый инструмент для накатывания резьб и шлицев / М. И. Писаревский. – Л. : Машиностроение, 1966 – 149 с.
2. Писаревский, М. И. Накатывание точных резьб, шлицев и зубьев / М. И. Писаревский. – Л. : Машиностроение, 1973 – 200 с.

УДК 681.5.015  
АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ  
ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ

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

Одной из важных задач при разработке роботизированных технологических комплексов является задача автоматического управления манипуляционными системами при наличии технологических ограничений. Такие задачи возникают на производствах с большим удельным весом сборочных операций, и создание легко перенастраиваемого манипуляционного оборудования на базе промышленных роботов-манипуляторов является экономически целесообразным.

В данной работе предложен новый алгоритм управления сборочной манипуляционной системой, основанный на использовании нейронной сети, которая моделирует весовую функцию, характеризующую расположение манипуляционной системы относительно технологического оборудования и предметов манипулирования. Такой подход в отличие от известных позволяет синтезировать движения манипулятора без предварительной проверки его движений на соответствие ограничениям накладываемым технологическим процессом сборки, что обеспечивает приемлемое практики количество проверок при фиксированном шаге дискретизации.

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

Эффективность предложенного подхода подтверждается результатами тестирования в экспериментальной системе автономного программирования сборочных манипуляционных систем на базе роботов-манипуляторов FANUC.

УДК 338  
ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНОВ БЕЛАРУСИ

Ю. Ю. РАССЕКО  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

Исследование показателей инновационного потенциала регионов важно для выработки обоснованной социально-экономической, инновационной, инвестиционной, региональной и градостроительной политики, определения совокупности мер и действий республиканских и местных органов, направленных на регулирование процессов как развития инновационной сферы, так и развития населенных пунктов и регионов.

Инновационный потенциал региона включает научно-технологический потенциал и институциональный потенциал, создающие в совокупности предпосылки для наилучшего осуществления инновационной деятельности с целью роста конкурентоспособности региона и экономики в целом.

В ходе анализа развития инновационного потенциала регионов за 2003-2011 гг. рассчитаны ресурсный, структурный и функциональный индексы регионов (как отношение региональных показателей к аналогичным им среднереспубликанским). Инновационный индекс есть среднее геометрическое из произведений отдельных индексов. Он отражает дифференциацию комплекса условий и варьируется в диапазоне от наименьшего значения 0,409 в Гродненской области до наибольшего 1,419 в г. Минске и 1,83 в Гомельской области. Другие области имеют следующие показатели: Витебская область – 0,873, Минская область – 0,632, Брестская область – 0,599, Могилевская область – 0,577.

На основе инновационного индекса произведено ранжирование регионов по уровню развития инновационной сферы, выделено три группы регионов, отражающих условия развития инновационного потенциала:

- 1) регионы с устойчивым инновационным потенциалом – Гомельская область и г. Минск;
- 2) регионы с промежуточным инновационным потенциалом – Витебская и Минская области;
- 3) регионы с неустойчивым инновационным потенциалом – Брестская, Гродненская, Могилевская области.

Оценка инновационного потенциала регионов Беларуси методом инновационного индекса региона и процедура последующего ранжирования регионов является фундаментом для выработки конкретных практических рекомендаций по стимулированию инновационной активности региона.

УДК 621.9  
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОММЕРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
ТОРГОВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА БАЗЕ КОНЦЕПЦИИ ЛОГИСТИКИ

Е. С. ПЕТРОВА

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

В настоящее время для оценки деятельности торговой организации используется огромное число параметров, характеризующих происходящие процессы со всех сторон, осложняя тем самым оценку их деятельности.

Комплексный анализ коммерческой деятельности по предложенной методике представляет собой всесторонний анализ деятельности торговой организации на основе логистического подхода и сводится к следующим этапам.

На первом этапе разрабатывается система логистических показателей, с помощью которых в дальнейшем будет дана характеристика исследуемого предприятия. Логистика рассматривает 4 блока важнейших показателей: сбыт, закупка, складирование и транспортировка.

На втором этапе с помощью факторного анализа из каждого блока выделяются наиболее предпочтительные показатели в зависимости от основного направления деятельности предприятия. Таким образом, на основании имеющихся данных о деятельности торгового предприятия может быть получена эконометрическая модель оценки результатов деятельности в виде интегральных показателей, синтезирующих в себе многообразие показателей.

На третьем этапе с помощью кластерного анализа проводится сравнительная оценка деятельности филиалов торгового предприятия, что позволяет построить научно обоснованные классификации, выявить внутренние связи между единицами наблюдаемой совокупности.

На четвертом этапе формируются выводы по каждому блоку логистических показателей, на основе интегральных показателей, полученных в результате проведения факторного и кластерного анализов. В результате определяется тенденция развития каждого филиала торгового предприятия, и даются предположения о его развитии в будущем.

Логистический подход к оценке коммерческой деятельности дает представление об адаптации предприятия к рыночным условиям, позволяет не только выработать стратегию и тактику поведения торгового предприятия, но и повысить эффективность управления им.

УДК 621.86  
СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ  
РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ РЕЗЦА НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ  
ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ

Д. С. МАРКИН

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

В современных токарных станках с ЧПУ, обрабатывающих детали с высокой и особо высокой точностью, крайне важно при каждой очередной наладке иметь информацию о положении режущей кромки резца по всем координатным осям.

Приводятся основные зависимости, связывающие возможные погрешности, возникающие при установке резца в резцедержатель, с погрешностями обработки деталей.

Предлагается высокоточная автоматическая система измерения положения режущей кромки резца после его ручной установки в резцедержатель, включающая в себя два миниатюрных источника лазерного излучения, две плоские матрицы с расстоянием между пикселями не более 5 мкм, а также специальные механические индикаторы с отражающими элементами.

Анализ показывает, что при установке резца в резцедержатель погрешность положения режущей кромки резца определяется величинами 10 и 100 мкм вдоль осей X и Y соответственно.

При использовании предложенной системы после установки резца в резцедержатель вначале осуществляется вывод суппортов станка в автоматическом режиме в «ноль». После этого выполняется перемещение суппортов станка в автоматическом режиме по координате Z через зону измерения до конечного положения с измерением расположения резца в резцедержателе. При этом режущая кромка в процессе движения контактирует с механическими индикаторами, отклоняющими лазерный луч, что фиксируется фотодиодными матрицами. В процессе движения выполняется вычисление контроллером положения резца и ввод полученных значений в ЧПУ станка с последующей коррекцией нуля по координатам X и Z.

А. В. МЕЛЬНИК, С. В. СИНИЙ, А. Ю. СМОЛА

Научный руководитель В. М. МЕЛЬНИК, д-р техн. наук, проф.  
«ЛУЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Луцк, Украина

Определение затупления шлифовального круга проводилось путем многократной стереофотограмметрической съемки одной и той же области поверхности абразива. Сначала фотографирование проводилось после правки круга алмазом, а затем периодически в процессе шлифовки.

Снимки имели увеличение 25 кратн. Фотограмметрическая обработка стереопар осуществлялась на прецизионном стереомере СМ-4. В результате этой обработки микроповерхность была изображена горизонталями и профилями (рис. 1, 2).



Рис. 1. Бинаризованная микрофотография поверхности образца после деформации при  $800^{\circ}$

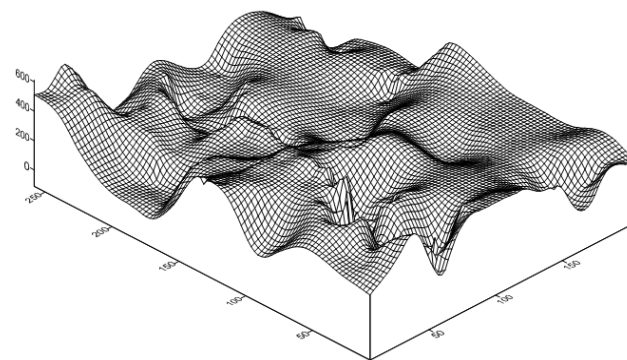


Рис. 2. Трехмерная реконструкция поверхности образца

Оценка точности высот полученных зарисовок выполнялась по двойным измерениям и составила  $\pm 21$  мкм. Полученные материалы позволяют установить оптимальные режимы шлифования.

Исследования деформации микроструктуры поверхности никеля выполнялось с помощью стереофотограмметрической съемки до и после деформации. Микрофотографирование осуществлялось с увеличением  $300\times$ . Обработка снимков выполнялась на стереокомпараторе Цейсс 1818.

Материалы исследований позволили выявить виды деформаций структуры никеля, известные как экструзионно-инструционные.

М.Л.ПАЩУК

Научный руководитель Т. Н. САХАРОВА, канд. псих. наук, доц.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»Учреждение образования  
«МОСКОВСКИЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь; Москва, Россия

В педагогической интерпретации инновации подразумевают нововведения в педагогической системе, улучшающие течение и результаты учебно-воспитательного процесса. Понятие «инновация» относится не просто к созданию и распространению новшеств, но к таким изменениям, которые носят существенный характер, сопровождаются изменениями в образе деятельности, стиле мышления. Категория новизны относится не столько ко времени, сколько к качественным чертам изменений. Чтобы быть эффективной в современных условиях, система подготовки кадров должна изменить цели педагогического образования, его содержание и технологии, сообразуясь с тенденциями, которые определяют развитие практики общего образования, и в каком-то смысле даже опережать его. Можно выделить два основных типа инновационных подходов к обучению, которые соответствуют репродуктивной и проблемной ориентации образовательного процесса.

1. Инновации-модернизации, модернизирующие учебный процесс, направленные на достижение гарантированных результатов в рамках его традиционной репродуктивной ориентации. Лежащий в их основе технологический подход к обучению направлен на сообщение обучающимся знаний и формирование способов действий по образцу.

2. Инновации-трансформации, преобразующие традиционный учебный процесс, направленные на обеспечение его исследовательского характера, организацию поисковой, учебно-познавательной деятельности. Соответствующий поисковый подход к обучению направлен, прежде всего, на формирование у обучающихся опыта самостоятельного поиска новых знаний, их применения в новых условиях, формирование опыта творческой деятельности в сочетании с выработкой ценностных ориентации. Репродуктивная и проблемная ориентация образовательного процесса воплощается в двух основных направлениях на пути к преобразованию обучения в современной педагогике – технологическом и поисковом.

М. Л. ПАЩУК

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

Учреждение образования  
«МОСКОВСКИЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь; Москва, Россия

В связи с тем, что иностранный язык является средством общения, познания, получения и накопления информации, возникает необходимость владения всеми видами речевой деятельности: говорением и пониманием на слух речи на данном иностранном языке, а также чтением и письмом. Уровень адекватности владения тем или иным видом речевой деятельности проверяется непосредственно в практике иноязычного общения, при чтении литературы по специальности, при обмене письменной информацией в виде статей, книг, аннотаций к ним, тезисов для конференций, деловых бумаг и т.д. Главной задачей интенсивного метода обучения иностранному языку является овладение, в условиях жесткого лимита времени, иностранным языком как средством общения и средством познания, выработка умения и навыков понимания устной речи на иностранном языке. Участие в общении предполагает овладение устной речью на иностранном языке, т.е. создание навыка говорения. Говорение довольно жестко устанавливает объем необходимого минимума словарного и вообще языкового материала, которым должен овладеть обучаемый для полноценного участия в процессе общения. По мере совершенствования навыков во всех видах речевой деятельности растет и словарь аудирования, который по существу и является “пассивным словарем”, постоянно через тренировку пополняющим активный словарь учащегося. Определив необходимость довольно большого словаря в интенсивном курсе обучения для реализации целей обучения, необходимо обосновать некоторые принципы отбора и организации учебного материала, в первую очередь его распределение во времени и поэтапную дозировку. Таким образом, можно сформулировать цели интенсивного метода: обучение навыкам аудирования и говорения с использованием большого лексического материала за короткий (кратчайший по сравнению с традиционными методами) промежуток времени.

Ю. А. МЕЛЬНИК, А. В. ШОСТАК

Научный руководитель В. Д. РУДЬ, д-р техн. наук, проф.  
«ЛУЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Луцк, Украина

Получение достоверной количественной информации о микрообъектах с неоднородной микроструктурой довольно трудоемкая операция. Предлагается метод оптимизации процесса РЭМ-съемки неоднородного образца. Метод основан на предположении, что любая характеристика (например, пористость), определенная по РЭМ-изображениям стереологическим методом, для произвольного участка при данном фиксированном увеличении случайная величина, распределенная по нормальному закону. Для оценки объема репрезентативной выборки используется метод доверительных интервалов. Шаг 1. Для данного фиксированного увеличения провести РЭМ-съемку  $N = N_{\text{ноч}} = \text{const}$  случайных участков образца и вычислить последовательность параметров  $(P_1, \dots, P_N)$ . Шаг 2. Для полученной выборки определить величину выборочного среднего  $\bar{P}$  и “исправленного” среднеквадратического отклонения  $s$  по формулам:

$$\bar{P} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P_i; \quad s = \sqrt{\frac{1}{N-1} (P_i - \bar{P})^2}.$$

Шаг 3. Вычислить границы доверительного интервала:

$$P_{\min} = \bar{P} - t_\gamma s / \sqrt{N}; \quad P_{\max} = \bar{P} + t_\gamma s / \sqrt{N},$$

где  $t_\gamma$  определяется из уравнения  $2 \int_0^{t_\gamma} S(t, N-2) dt = \gamma$ .

Здесь  $\gamma = \text{const}$  – надежность доверительного интервала ( $\gamma = 0.95$ ),  $S(t, n)$  – плотность распределения Стьюдента:

$$S(t, n) = \frac{\Gamma(n/2)}{[\pi(n-1)]^{1/2} \Gamma((n-1)/2)},$$

где  $\Gamma(x) = \int_0^{+\infty} t^{x-1} e^{-t} dt$  – гамма-функция.

Шаг 4. Если  $P_{\max} - P_{\min} < \Delta = \text{const}$  где  $\Delta$  – максимально допустимая погрешность оценки параметра изучается, то надо закончить работу алгоритма. В противном случае добавить в генеральную выборку значение еще одного участка, увеличить  $N$  на единицу и перейти к шагу 2. Полученная выборка является репрезентативной для данного увеличения и может использоваться для оценки других параметров микроструктуры.

УДК 681.5  
СТРУКТУРА И ПАРАМЕТРЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОМПОНЕНТОВ В  
МОДЕЛИ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ-  
СТАНКОМ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

С. В. МОЛОСТОВ

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

В последние годы все более широко проявляется тенденция использования технологических роботов для механической обработки в качестве основного технологического оборудования. Для построения адаптивных систем управления процессом обработки и создания программ, управляющих движением робота, может быть эффективно использована модель процесса обработки, реализованная с использованием нейронных сетей.

Рассматривается робот – станок, состоящий из двух манипуляторов: манипулятора перемещения изделия и манипулятора перемещения инструмента. Построена структурная схема взаимодействия основных компонентов системы «манипуляторы – инструмент – деталь» (МИД) робота - станка при осуществлении процесса резания. Проанализированы основные физические явления, происходящие в процессе резания, величины параметров, измеряемых при помощи датчиков и возможность их использования для определения результатов обработки резанием. Особое внимание уделено эффективному использованию аттракторов, реализующих акустические методы диагностики процесса резания. Выполнен анализ взаимосвязи входных и выходных параметров и влияния на их соотношение внешних и внутренних возмущений. Произведен анализ методов построения нейронных сетей, позволяющих решать поставленную задачу. Нейронная сеть, обученная и построенная на базе знаний для интеллектуальной управляющей системы способна обеспечить достаточную гибкость управления любыми видами технологических процессов лезвийной обработки, такими, как точение, фрезерование, сверление и шлифование.

Структура нейросети для автономного манипулятора определена экспериментально путём перебора известных структур. На основании проведённого исследования поведения различных структур, была выбрана трёхслойная сеть, обучающаяся по алгоритму обратного распространения.

УДК 338

СТРАТЕГИЯ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ –  
ОСНОВА РОСТА ПРЕДПРИЯТИЯ

Н. А. ОСИПЕНКО

Научный руководитель А. В. АЛЕКСАНДРОВ, канд. эк. наук, доц.  
Учреждение образования  
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. А. А. Кулешова»  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Деятельность предприятий, действующих на массовом рынке, с течением времени становится проблематичной в связи с появлением специализированных конкурентов, которые лучше нацелены на специфические группы потребителей и более эффективно удовлетворяют их запросы. В такой ситуации предприятию следует обратить особое внимание на позиционирование своего продукта, что позволит выгодно его выделить из всей товарной массы и привлечь потребителей.

В основе разработки стратегии позиционирования лежат выбор целевых сегментов, задающих области конкуренции, и выбор отличительных преимуществ, определяющих методы конкурентной борьбы.

В целом необходимое позиционирование должно отвечать следующим критериям:

- основываться на выявленных потребностях покупателей;
- содержание разрабатывается на основе принципов функционирования сознания потребителей;
- учитывать позиционирование конкурентов и их возможности по обслуживанию тех же потребностей;
- максимизировать любое отличительное преимущество компании;
- применяться в программах сбыта и маркетинга.

В зависимости от занимаемой позиции на рынке и своих возможностей предприятие может выбрать следующие стратегии позиционирования:

- позиционировать себя как продукт для определенного класса потребителей;
- позиционировать относительно существующих конкурентов;
- позиционировать на основе ожидаемой выгоды;
- позиционировать себя как предприятие, обладающее конкурентным преимуществом.

Однако позиционирование – это не единовременное решение: необходимо быть готовым менять позиционирование продукта по мере изменения рынков и потребностей покупателей.

УДК 338  
СОСТАВЛЯЮЩИЕ РАЗРАБОТКИ УСПЕШНОЙ МАРКЕТИНГОВОЙ  
СТРАТЕГИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Н. А. ОСИПЕНКО  
Научный руководитель А. В. АЛЕКСАНДРОВ, канд. экон. наук, доц.  
Учреждение образования  
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им.А.А. Кулешова»  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Слово «стратегия» произошло от греческого, означающее «искусство генерала». В настоящее время стратегия рассматривается и как искусство, так и результат его применения на практике. Традиционным подходом в понятии маркетинговой стратегии является модель «стратегического треугольника», в котором рассматривается прямое взаимодействие фирмы с потребителями и конкурентами. Основывается такое взаимодействие на понимании потребностей целевых сегментов и в стремлении удовлетворить их в большей мере, чем конкуренты. Это в свою очередь указывает направление развития и точного позиционирования продукции, которое отвечает нуждам целевых сегментов. Поддержкой созданной позиции выступает маркетинг-микс. Таким образом, можно выделить основные элементы маркетинговой стратегии: стратегия сегментирования, стратегия позиционирования, стратегия продвижения.

Эффективная стратегия сегментирования основывается на разделении потребителей на разные типы, выявлении сегментов и их оценке с точки зрения размера, прибыльности сегмента, возможностей его роста и наличия конкуренции.

Эффективная стратегия позиционирования строится на выгодном отличии торгового предложения предприятия от предложений конкурентов, действующих на выбранном сегменте рынка. При создании отличительного предложения могут использоваться такие характеристики, как первенство, уникальность, лидерство, традиции, «горячий» товар.

Стратегия маркетинга-микс строится на 4 элементах: ценовая, товарная, коммуникационная стратегия и оптимальная система товародвижения. Их содержание определяется целевым сегментом и позицией предприятия на нем.

Разработанное позиционирование не может использоваться вечно. По мере того как меняются потребители, конкуренты, отрасль, технологии, экономическая ситуация, компании должны пересматривать позиционирование своих продуктов.

УДК 621.865.8  
РОБОТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ  
ОБРАБОТКИ

Р. В. ОКУНЕВ, Д. С. ЛАСКОВ  
Научный руководитель Н. В. ПУТЕЕВ, канд. техн. наук  
Учреждение образования  
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Витебск, Беларусь

Создание современного производства требует максимальной автоматизации процесса обработки. Для решения этой задачи предлагается комплекс, состоящий из двух роботов с фрезерными модулями для обработки сложных и плоских поверхностей (рис. 1).

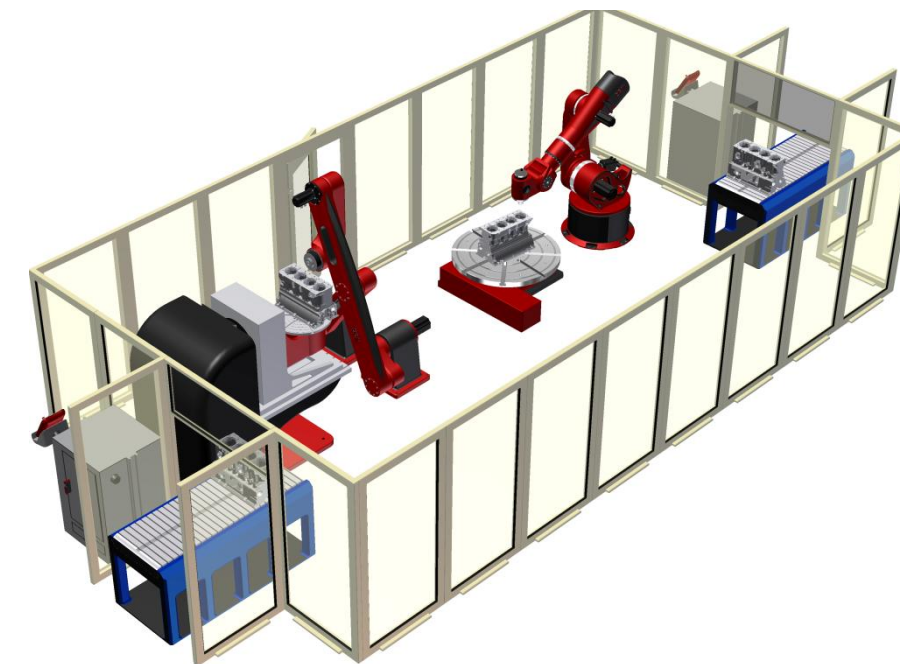


Рис. 1. Роботизированный комплекс для механической обработки

В основу комплекса заложен принцип разделения движений, позволяющий оптимизировать жесткость конструкции, повысить точность обработки, производительность.

Комплекс позволяет производить последовательную обработку деталей типа «блок цилиндров».

В сравнении с агрегатными станками комплекс из двух роботов обладает рядом преимуществ: меньшая стоимость, большие габариты обрабатываемых деталей. Роботизированному комплексу при переналадке не требуется изменение состава, нужна только программная переналадка.

УДК 621.7.043:621.785  
К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ ТЕКСТУРЫ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ  
НА ЕЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ПЛАСТИЧНОСТЬ С ДИФфуЗИОННО-  
УПРОЧНЕННЫМ СЛОЕМ

И. А. ПАНКРАТОВ  
Научный руководитель И. Н. СТЕПАНКИН, канд. техн. наук, доц.  
Учреждение образования  
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. П. О. Сухого»  
Гомель, Беларусь

Наиболее ответственные детали тяжело нагруженной чеканочной оснастки изготавливают из дорогостоящих быстрорежущих сталей. Требования точного воспроизведения профиля поковки, в штампе, гравюра которого имеет большое количество сложных элементов, представляющих собой концентраторы напряжений диктуют необходимость повышения рабочих характеристик оснастки. Решение данного вопроса целесообразно искать в области создания инструмента с рациональной структурой. Проведены исследования технологической пластичности быстрорежущей стали Р6М5 в холодном состоянии. В качестве упрочняющей обработки применяли науглероживание. Микротвердость науглероженного слоя в отожженном состоянии не превышает 3000 МПа. Толщина науглероженного слоя составляет 0,2–0,3 мм. Морфология слоя характеризуется наличием большого количества карбидных частиц типа (M23C6, M6C и MC). Пластичность слоя обеспечивается материалом матрицы – зернистым перлитом. Для повышения степени пластичности стали Р6М5 с целью проведения холодного выдавливания гравюр чеканочного инструмента «по упрочненному слою» науглероживание проводили в процессе маятникового отжига, обеспечивая фазовую перекристаллизацию материала матрицы в процессе насыщения. Это обеспечило прирост технологической пластичности. Образование микродефектов не отмечалось вплоть до степени деформации 45–47 %, при необходимом рабочем напряжении не более 1100–1200 МПа. Структура науглероженного слоя, сформированного в процессе многократных фазовых превращений, отличается равномерным распределением карбидных частиц, размеры которых не превышают 3 мкм. Благодаря пластичности металлической матрицы, имеющей структуру зернистого перлита, и более равномерному распределению напряжений в окрестности карбидных включений обеспечивается более чем двукратное повышение порогового значения пластической деформации и получение однородного, бездефектного рабочего слоя металла.

Выявлено, что максимальное значение технологической пластичности в холодном состоянии достигается в случае, когда ориентация карбидных строчек металла по отношению к линии действия внешнего нагружения составляет 0 градусов. Максимальная относительная деформация экспериментального образца при его осадке составила 55 %. При ориентации текстуры материала по отношению к направлению внешнего сжимающего напряжения 45° и 90° указанный показатель составил 50 и 45 % соответственно. На основании полученных результатов сформулированы требования для получения заготовок с предварительно ориентированной карбидной неоднородностью материала матрицы основного материала, перед выдавливанием гравюры чеканочного штампа. Данные рекомендации приняты при изготовлении государственных наград Республики Беларусь.

УДК 338:004  
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РИСКА КРЕДИТНОГО ПОРТФЕЛЯ БАНКА

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

Банки при осуществлении кредитной деятельности должны не только оценивать уровень кредитного портфельного риска, но и определять его прогнозное значение. Решением такой задачи может послужить использование экономико-математических методов.

При построении прогнозной модели риска кредитного портфеля банка в качестве критерия можно использовать объем просроченной задолженности в совокупном объеме предоставленных кредитов. Данный показатель наиболее точно характеризует качество кредитного портфеля и является наиболее прогнозируемым среди других показателей.

В рамках реализации модели сначала определяется показатель доли просроченных кредитов ( $D_{пр}$ ), который рассчитывается по формуле

$$D_{пр} = \frac{C_{нст}}{C_{общ}} \times 100\% = \frac{C_{нст}}{C_{ст} + C_{нст}} \times 100\% ,$$

где  $C_{ст}$  – стандартные кредиты, погашаемые вовремя и полностью, либо кредиты, срок платежа по которым еще не наступил;  $C_{нст}$  – нестандартные, т.е. просроченные кредиты;  $C_{общ}$  – совокупные кредитные вложения.

С целью определения закона изменения доли просроченной задолженности в кредитном портфеле банка можно воспользоваться уравнением полного дифференциала, что позволит определить, насколько изменится показатель  $D_{пр}$  при заданных изменениях показателей  $C_{ст}$  и  $C_{нст}$ . Если значение  $\Delta D_{пр}$  умножить на запланированный объем кредитных ресурсов банка, то получим прогнозную величину объема просроченной задолженности банка. Далее для определения зависимости изменения уровня совокупного кредитного риска от объема просроченной задолженности в кредитном портфеле банка необходимо построить функцию регрессии. Поскольку уровень просроченной кредитной задолженности непосредственно увеличивает кредитный портфельный риск банка, можно использовать уравнение линейной регрессии.

Прогнозирование и планирование уровня риска кредитного портфеля банка может осуществляться в краткосрочном и долгосрочном периоде, однако в последнем случае следует учесть, что показатель доли просроченной задолженности является нелинейной функцией.



О. Д. МАКАРЕВИЧ

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

На современном этапе развития экономики предприятия сложились новые условия сбыта, которые вышли за рамки традиционных методов организации, сдерживавшие развитие не только производства, но и транспортных, снабженческих и сбытовых структур.

Анализ организации информационной сети на одном из текстильных предприятий г. Могилева показал, что на предприятии нет системной организации движения информационных потоков по всем функциональным подсистемам, особенно недостаточно эффективно работает информационный блок по управлению запасами готовой продукции. С этой целью можно предложить разработку и внедрение системы автоматической идентификации продукции «Управление запасами готовой продукции на предприятии». Система может быть разработана в целях внедрения новых информационных технологий и представляет собой комплекс программно-технических средств, реализующих метод автоматической идентификации готовой продукции на основе системы штрихового кодирования.

Основным источником экономического эффекта от использования информационных технологий в сбытовой деятельности является оптимизация запасов готовой продукции, что и позволит сделать данная система. В результате разрабатываемая система позволит предприятию:

- разработать систему идентификации готовой продукции (технологический код) для автоматического сбора данных в процессе упаковки и передачи готовой продукции на склад сбыта;
- упростить формирование и печать этикеток на единичную и упакованную готовую продукцию предприятия;
- появиться возможность полноценного оперативного учета продукции на складе готовой продукции;
- реализовать автоматическую выписку приемо-сдаточных накладных при сдаче готовой продукции из производства на склад сбыта;
- повысить конкурентоспособность выпускаемой продукции на внешнем рынке в результате применения автоматизированной идентификации продукции;
- создать достоверную интерактивную информационную базу, содержащую сведения о производимой продукции.

О. Е. ПЕЧКОВСКАЯ, А. В. КУЛАБУХОВ

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

Нагрузочная способность эксцентриковой передачи во многом определяется механизмом снятия редуцированного вращения с сателлита на ведомый вал. Наиболее простым по конструкции механизмом являются пальцы (оси), закрепленные в сателлите, которые при работе передачи обкатываются по поверхности отверстий, выполненных во фланце ведомого вала, и передают нагрузку.

Известно, что при вращении эксцентрика в том или ином направлении, в передаче нагрузки участвуют пальцы, расположенные слева либо справа относительно оси симметрии эксцентрика. Нагрузка, приходящаяся на один палец, изменяется по синусоидальному закону, а наиболее нагруженным является палец, расположенный под углом  $\pi/2$  к оси симметрии эксцентрика.

Траектория перемещения геометрических осей пальцев представляет собой гипоциклоиду и в зависимости от радиусов делительной окружности неподвижного центрального колеса и сателлита, а также радиуса расположения пальцев в сателлите имеет различный вид. Наиболее благоприятно влияет на характер взаимодействия пальцев с поверхностями отверстий во фланце ведомого вала траектория, соответствующая условию равенства радиусов расположения пальцев и делительной окружности сателлита. При этом сила, действующая на палец, уменьшается с удалением пальцев от оси вращения сателлита. Поэтому в высоконагруженных передачах данного типа значение радиуса расположения пальцев следует принимать возможно большим в пределах конструкции передачи.

Установлено, что ведущие пальцы при любом положении сателлита при вращении действуют лишь на четверть окружностей выполненных отверстий во фланце. Учитывая возможность обеспечения реверсивной работы передачи, ведущими с точки зрения передачи вращения являются полуотверстия. В связи с этим представляется целесообразным удаление из конструкции ведомого вала части фланца, расположенного за пределами окружности расположения отверстий. Такая конструкция фланца позволяет уменьшить трение в передаче и, следовательно, повысить ее КПД, снизить габаритный размер и металлоемкость ведомого вала, упрощает технологию его изготовления, а также приводит к повышению плавности работы передачи.

УДК 681.5  
АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ КОМПОНЕНТОВ ПРОЦЕССА ЛАЗЕРНОЙ  
ОБРАБОТКИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЛАЗЕР-РОБОТОМ НА ОСНОВЕ  
НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Д. А. СТАРОСТИН

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

Для повышения эффективности и качества выпускаемых деталей машиностроительного производства в настоящее время широко используют прогрессивные технологии, и растёт степень автоматизации технологических процессов.

К перспективным технологиям относится и лазерная технология обработки материалов. Для построения интеллектуальных систем управления процессом обработки с высокой степенью эффективности может быть использована модель процесса обработки, реализованная с использованием нейронных сетей.

Рассматривается лазер-робот, состоящий из робота-манипулятора, системы лучепровода для транспортировки лазерного излучения к объекту обработки, системы юстировки, системы охлаждения, системы подводки газа для лазерного излучения и системы идентификации параметров объекта обработки. Проанализированы основные физические явления в процессе лазерной обработки материалов, измеряемые при помощи датчиков величины. Параметры сигналов, полученных с датчиков, используются для определения состояния объекта обработки и обучения системы управления процессом обработки. Произведён выбор параметров входа-выхода, и выполнен анализ влияния внешних и внутренних возмущений на их соотношение. Проанализированы методы построения нейронных сетей, позволяющих решать поставленную задачу. Нейронная сеть, обученная и построенная на базе знаний для интеллектуальной управляющей системы способна обеспечить достаточную гибкость управления любыми видами технологических процессов лазерной обработки.

УДК 621.9  
СТРАТЕГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ АВТОТРАНСПОРТНОГО  
ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ

Н. В. ЛЕЙЧЕНКО

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

В условиях рынка залогом успешного функционирования предприятия является не ориентация на сиюминутную прибыль и успех, а построение эффективной стратегии существования на долгосрочную перспективу. На практике автотранспортные предприятия сталкиваются с ресурсным ограничением, что в конечном итоге приводит к существенным трудностям с позиционированием на рынке и разработке стратегий.

Одной из основных задач повышения эффективности деятельности транспортного предприятия является минимизация расходов. Логистический подход целесообразен и эффективен для предприятий такого типа, так как экономический эффект от его применения возникает от снижения транспортных расходов. Таким образом, при разработке стратегии необходимо учитывать показатели, характеризующие логистическую работу предприятия.

При разработке эффективной стратегии развития особое внимание следует обратить на выбор показателей и методику их определения. Сокращение исходного признакового пространства до нескольких обобщающих показателей предлагается осуществлять на основе анализа субъективной ценности. Таким образом, можно выбрать наилучшую группу экономических показателей, которые лягут в основу разработки стратегии развития автотранспортного предприятия.

Определив показатели-ориентиры деятельности предприятия необходимо учесть условия, в которых оно функционирует. Такие внешние и внутренние факторы, как государственная политика, экономическая ситуация на рынке, уровень конкуренции, капитал предприятия и другие оказывают существенное влияние на поведение фирмы на рынке.

Реализация разработанной стратегии развития предприятия возможна благодаря применению в хозяйственной деятельности концепции логистики. Снижение транспортных расходов до уровня ниже, чем у конкурентов, позволит получить дополнительное преимущество на рынке.

Таким образом, реализация концепций логистики позволит фирме достичь устойчивого экономического состояния, стабильного положения на рынке, а также будет способствовать успеху в конкурентной рыночной борьбе.

НЕОБХОДИМОСТЬ АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМЫ  
БЮДЖЕТИРОВАНИЯ

Т. В. ЛАЗАРЧИК

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

Учреждение образования

«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

им. А. А. Кулешова»

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Система бюджетного управления дает наибольший эффект, если она построена на основе информационных технологий. В этом случае многократно возрастают возможности оперативной корректировки планов и внесения данных о текущих операциях, анализа планов и результатов их исполнения, рассмотрения различных сценариев деятельности организации. Основные преимущества автоматизации процесса бюджетного управления состоят в следующем:

- оперативность получения необходимой информации;
- аналитические возможности;
- создание единого информационного пространства;
- активная система оповещения об отклонениях.
- снижение трудозатрат специалистов на поиск и обработку информации.

В настоящее время на отечественном рынке информационных технологий имеется достаточно широкий выбор программных продуктов, обеспечивающих автоматизацию процесса бюджетного управления. Спектр их функциональных возможностей и стоимостных характеристик может удовлетворить потребности компаний, различающихся как по масштабам, так и видам деятельности.

Постановка процесса бюджетирования складывается из ряда этапов: определение финансовой структуры предприятия, выбор видов бюджетов, разработка их форматов, описание технологии бюджетирования и организации процесса. Эта работа может быть выполнена специалистами предприятия или привлеченными консультантами.

После того как процесс бюджетирования формализован, можно переходить к выработке требований к программному продукту и принимать решение о выборе подходящей автоматизированной системы.

После приобретения или создания автоматизированной системы необходимо внедрение системы, настройка программного продукта, обучение персонала применению информационных технологий.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ  
РОБОТОМ-СТАНКОМ

Г. А. СЫЗГАНОВ

Научный руководитель В. П. УМНОВ, канд. техн. наук, доц.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

им. А. Г. и Н. Г. Столетовых»

Владимир, Россия

В состав робота-станка (рис. 1) входят следующие основные компоненты: технологический контроллер формирования параметров обработки; контроллер планирования траектории в пространстве задания; нейроконтроллеры инструмента и заготовки, которые компенсируют погрешность между действительными и показателями поступающими с силомоментного датчика и блока преобразования координат и формируют сигнал задания с учетом этих погрешностей; программных регуляторов инструмента и заготовки, которые обеспечивают устойчивость и требуемое качество удержания рабочего органа манипулятора на программной траектории; компенсаторы динамики манипулятора инструмента и заготовки, которые превращают манипулятор в идеальный объект, без запаздывания; манипуляторы изделия и заготовки; силомоментный датчик и инструмент.

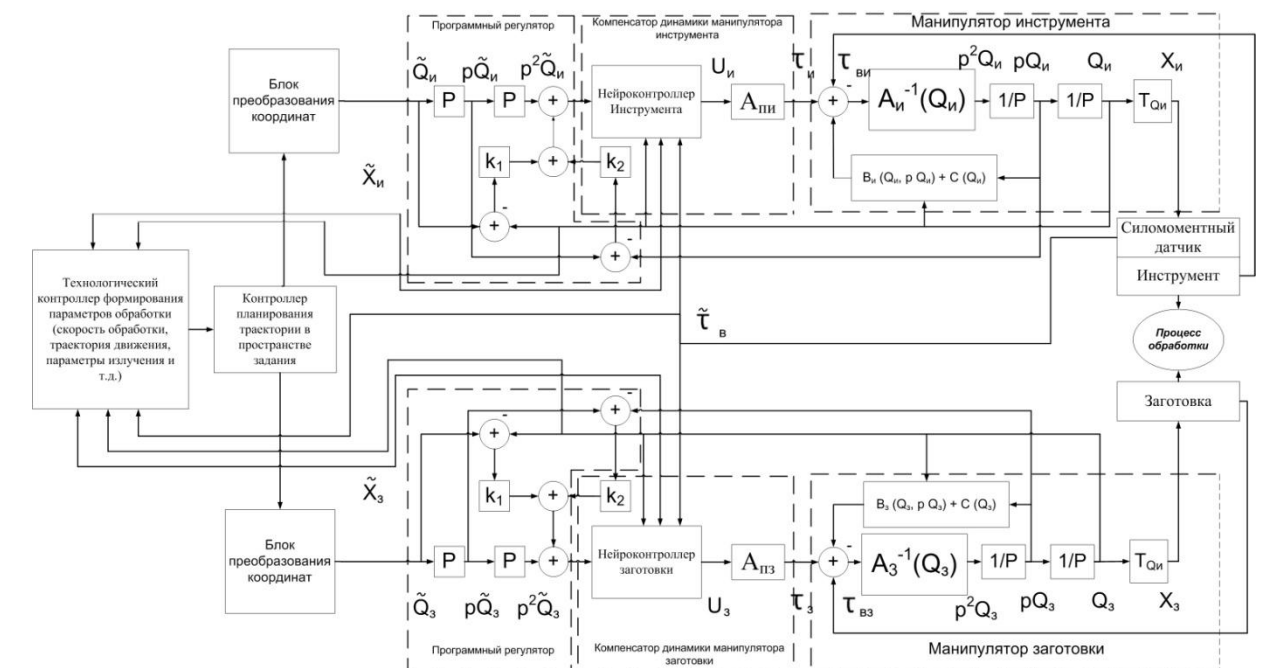


Рис. 1. Структурная схема робота-станка

УДК 621:787

СПОСОБЫ МАГНИТНО-ДИНАМИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ  
НАРУЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ

И. А. ТАРАДЕЙКО

Научные руководители: А. М. ДОВГАЛЕВ, канд. техн. наук, доц.;

Н. А. ЛЕВАНОВИЧ, канд. техн. наук, доц.

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

Эффективным методом повышения эксплуатационных характеристик поверхности валов является магнитно-динамическая упрочняющая обработка, при которой на деформирующие шары и упрочняемый поверхностный слой магнитопроводной детали оказывают энергетическое воздействие магнитным полем.

В процессе совмещенного во времени магнитного и силового воздействий на поверхность вала деформирующими шарами обеспечиваются упрочнение поверхностного слоя, снижение шероховатости поверхности и формирование рельефа с высокими эксплуатационными свойствами.

Разработаны уравновешенные и неуравновешенные способы магнитно-динамической упрочняющей обработки валов. При уравновешенной схеме магнитно-динамического упрочнения суммарная сила деформирования, действующая на деталь, равна нулю, что позволяет осуществлять обработку нежестких деталей. При неуравновешенной схеме магнитно-динамического упрочнения инструмент расположен односторонне по отношению к детали, что позволяет установить значимый по величине натяг деформирования и обеспечить большую глубину упрочнения поверхностного слоя.

Для реализации способов магнитно-динамического упрочнения разработаны конструкции инструментов, содержащие оправку, кольцевую камеру с деформирующими шарами и магнитную систему на основе электро- или постоянных магнитов.

В работе представлены результаты математического моделирования процесса магнитно-динамического упрочнения наружных поверхностей вращения. Получены и решены системы дифференциальных уравнений, описывающие динамику движения деформирующих шаров на переходных и рабочих режимах.

Найдены аналитические зависимости для определения кинетостатических характеристик деформирующих шаров в момент их взаимодействия с упрочняемой поверхностью.

Получены экспериментальные зависимости шероховатости упрочненной поверхности от основных технологических и конструктивных параметров процесса.

Представленные в работе результаты исследований позволяют повысить эффективность магнитно-динамического упрочнения поверхности валов.

УДК 336.6

ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ БЮДЖЕТНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Т. В. ЛАЗАРЧИК

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

Учреждение образования

«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

им. А. А. Кулешова»

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

Концепция бюджетирования основывается на следующих принципах:

- установление непосредственной связи целевых показателей с планами, направленными на их достижение;
  - установление соответствия между планами и фактическими результатами. Возможность оперативного контроля отклонений и выявления их причин;
  - обеспечение адекватности планирования;
  - согласование различных направлений деятельности, подразделений и проектов на основе единого скоординированного плана (бюджета);
  - разграничение ответственности между руководителями различных направлений и уровней организационной иерархии за результаты;
  - оценка и сравнение эффективности различных направлений бизнеса, подразделений, продуктов;
  - применение сценарного подхода к планированию, оценка альтернатив.
- Внедрение этой концепции дает целый ряд дополнительных преимуществ, к числу которых относятся:
- оперативное прогнозирование обеспеченности предприятия денежными средствами, улучшение ликвидности;
  - оперативное управления ресурсами предприятия, оборотными средствами, запасами, повышение эффективности их использования;
  - обоснование необходимости выделения финансовых ресурсов на различные направления хозяйственной деятельности. Оценка инвестиционной привлекательности различных направлений бизнеса;
  - мотивация персонала на достижение заданных показателей;
  - снижение накладных расходов на управление;
  - повышение "финансовой прозрачности" компании;
  - укрепление финансовой дисциплины.
- Внедрение системы бюджетного управления приводит в действие механизм повышения эффективности деятельности предприятия.

Д. В. КУРОЧКИН

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

Учреждение образования

«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

им. А.А. Кулешова

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Минск, Беларусь

На предприятиях Республики Беларусь на должном уровне ведется бухгалтерский учет, но не все предприятия даже формально знакомы с понятием, методами и инструментами управленческого учета. Управленческий учет – это достаточно новое направление в деятельности предприятия.

Бухгалтеры часто считают управленческий учет подсистемой бухгалтерского, что может быть верно на раннем этапе его развития. Однако, если бухгалтерский учет ориентирован прежде всего на внешнюю отчетность, то управленческий учет предназначен для решения внутренних задач управления предприятием.

Создание системы управленческого учета необходимо для оперативного принятия решений, связанных с деятельностью предприятия. Система управленческого учета ориентирована на потребности внутренних пользователей (руководителей, сотрудников финансовых служб, управленцев различного уровня), для внешних пользователей (акционеров, кредиторов, госорганов) информация может быть закрыта.

Внедрение системы управленческого учета актуально для предприятий Республики Беларусь. Создание отдельной системы управленческого учета требует больше затрат, поэтому более рациональным решением будет создание системы управленческого учета на базе бухгалтерского. Дальнейшее развитие учета необходимой управленческой информации на предприятиях ведет к развитию более объемной системы сбора информации, нежели это возможно в рамках бухгалтерского учета.

В силу специфики экономической модели Республики Беларусь, а также особенностей внешней среды, основной задачей управленческого учета на этапе его внедрения в практику деятельности белорусских предприятий, является учет затрат и калькулирование себестоимости.

Таким образом, внедрение и развитие систем управленческого учета на предприятиях Республики Беларусь следует рассматривать как одно из направлений повышения эффективности предприятий реального сектора экономики в условиях нестабильности внешней среды. Причем вести управленческий учет необходимо для эффективной деятельности любого предприятия. Результативное внедрение и функционирование систем управленческого учета позволит сократить время адаптации к изменениям внешней и внутренней среды, оптимизировать управленческий риск, предвидеть будущее, не подвергать себя опасности банкротства, сделать предприятие прибыльным и конкурентоспособным.

А. С. ФИРСОВ

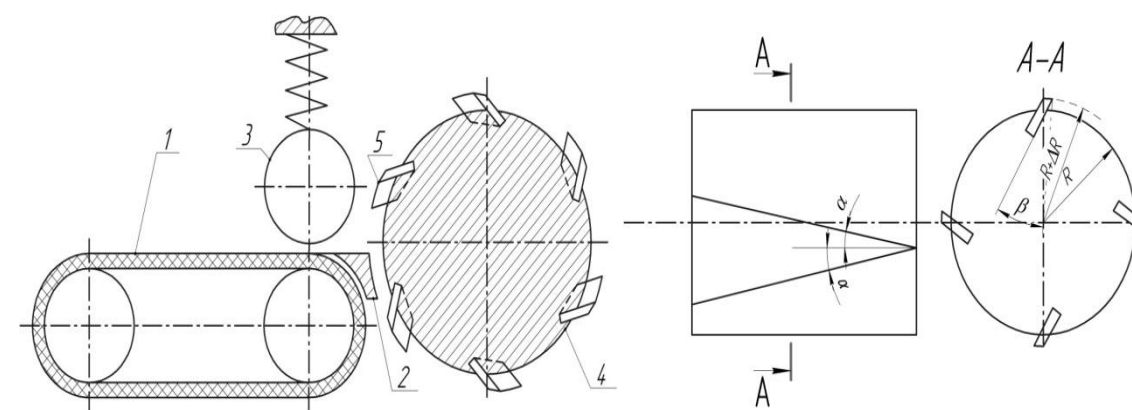
Научный руководитель В. И. ОЛЬШАНСКИЙ, канд. техн. наук, проф.

Учреждение образования

«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Витебск, Беларусь

При производстве теплоизоляционных панелей из отходов льнопроизводства зачастую необходимо, согласно технологии их изготовления, осуществлять разделение волокон материала на элементы, для последующего их формования и прессования. Известные устройства обладают существенными недостатками: малая производительность, большие затраты мощности, невозможность получения неоднородных частиц. В разработанной установке для дробления волокнистых материалов применяется устройство, содержащее неподвижный нож, ротор с ножами разнонаправленными под углом ( $\alpha$ ) к оси вращения и под углом ( $\beta$ ) в радиальном направлении. За счет такой конструкции происходит последовательный разрез материала по ширине укладки с разной длиной частиц т.е. реализуется эффект «непрерывных ножниц».



Применение последовательного реза материала, позволяет значительно упростить технологическую схему, сократить энергозатраты с увеличением производительности.

С. Г. ЧЕРНЯКОВ

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

Для оценки кинематической погрешности механических передач в сборе разработан стенд на кафедре «Технология машиностроения» на базе информационно-измерительной системы. На общем основании установлен приводной двигатель, электромагнитный тормоз с обмоткой управления. Испытуемая передача соединена муфтами с двигателем и тормозом, а пружинной муфтой – со стандартным преобразователем угловых перемещений типа ВЕ 178А, снабженным оптическим формирователем импульсов с числом отсчетов за оборот  $N = 2500$ . Информация от преобразователя обрабатывается информационно-измерительной системой, выполненной в виде платы расширения ПЭВМ. Наличие электромагнитного тормоза дает возможность исследовать изменение кинематической погрешности передачи при различных нагрузках (постоянных, гармонических и случайных), моделирующих эксплуатационные условия.

Преобразователем при вращении ведомого вала формируется последовательность прямоугольных импульсов равной амплитуды, но различной скважности, связанной с наличием кинематических погрешностей и неравномерности частоты вращения вала. В силу того, что кинематические погрешности передачи интегрируются за каждый оборот ведомого вала, мерой неравномерности вращения вала является отклонение частоты следования импульсов от ее среднего значения.

Последовательность импульсов, формируемая преобразователем угловых перемещений, вводится в информационно-измерительную систему. При этом информация с преобразователя фиксируется в ASCII – файле в виде таблицы "Напряжение-время". Учитывая тот факт, что напряжение от преобразователя в большей или меньшей степени искажено шумами, специальной программой производится дискретное преобразование длительностей импульсов по принципу аналого-цифрового преобразования относительно среднего уровня. Затем автоматически рассчитывается кинематическая погрешность передачи и спектр амплитуд гармонических составляющих, позволяющий провести гармонический анализ контролируемой передачи.

Т. В. КАКАТУНОВА

Ф-л Федеративного государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего профессионального образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»  
Смоленск, Россия

Для разработки инновационных программ развития региона необходимо использовать методику моделирования инновационной деятельности с использованием многоуровневой нечеткой когнитивной модели, позволяющей определить взаимное влияние показателей реализации стратегий социально-экономического и инновационного развития региона. Отметим особенности моделирования инновационной деятельности. Первая особенность обуславливает необходимость определения традиционных системных показателей взаимодействия узлов графа: консонанса; диссонанса, опосредованное взаимное влияние узлов друг на друга и т.д. Вторая особенность вызвана тем, что веса дуг между узлами графа изменяются во времени, при этом может изменяться не только значение, но и характер влияния.

Для учета первой особенности моделирования инновационной деятельности предлагается новая разновидность нечетких когнитивных карт с учетом неопределенности системных характеристик, отличающаяся тем, что отношения влияния между концептами графа представлены нечеткими множествами. Учет отрицательного влияния концептов осуществляется путем расширения базового множества для этих нечетких множеств на область отрицательных значений. Для учета второй особенности при анализе динамики модели можно использовать следующие выражения:

$$K_j(t+1) = K_j(t) \oplus \sum_{i=1}^N \text{sign}(\Delta K_i(\Delta t)) \tilde{w}_{ij} \otimes \Delta K_i(\Delta t) ; \quad (1)$$

$$K_j(t+1) = K_j(t) \oplus \sum_{i=1}^N \tilde{w}_{ij}(\Delta K_i(\Delta t), t) \otimes \Delta K_i(\Delta t), \quad (2)$$

где  $K_i$  и  $K_j$  – значения  $i$ -го и  $j$ -го узлов когнитивной карты,  $\tilde{w}_{ij}$  – вес влияния концептов  $K_i$  и  $K_j$  друг на друга;  $t, t+1$  – дискретные моменты времени;  $N$  – число концептов;  $\text{sign}$  – функция знака;  $\oplus$  и  $\otimes$  – операции аддитивной и мультипликативной свертки соответственно.

Выражение (2) учитывает более сложные типы связей между концептами, величина и характер которых зависит от значений выходного концепта и может быть описана некоторой функцией.

*Работа поддержана грантом РФФИ №12-07-00238-а.*

А. В. ЗАХАРЬЕВА, О. А. РОЖОК

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

Инструменты маркетинга меняются с течением времени. В 40-е годы XX века для достижения успеха компании было достаточно выпускать уникальный продукт. В настоящее же время маркетологи стали уделять особое внимание индивидуальному потребителю и налаживанию устойчивой положительной эмоциональной связи с ним.

Программы лояльности – это совокупность элементов, формирующих привязанность клиента к бренду, которые работают в определенной единой системе. Эти мероприятия проводятся в основном на этапе зрелости жизненного цикла товара. Они предоставляют клиенту эмоциональные и психологические выгоды, стимулирующие повторные покупки. Основные элементы программы лояльности: стандарты общения с клиентами, акции, предоставляемые бонусы и скидки, предлагаемые подарки, сюрпризы, подарочные сертификаты, поздравление клиентов с днем рождения и пр.

Примером программы лояльности компании является дисконтная карта приобретенного товара. При дальнейших покупках с использованием дисконтной карты могут предоставляться скидки, в том числе по накопительной системе, системы бонусов и подарков.

Внедрение дисконтной программы лояльности позволяет достичь следующих целей: стимулирование обращений клиента; формирование информационной базы о клиентах; формирование положительного образа компании в глазах клиента; привлечение новых клиентов.

Основные ошибки при внедрении или развитии программ лояльности: стратегические, методологические, технологические.

Однако основа любой программы лояльности – это, прежде всего, данные о потребителях и их покупках, и только во вторую очередь схема вознаграждения. Поэтому при получении подобных карт, необходимо заполнять анкету, в которой указываются контакты получателя, что даёт организации возможность оповещать покупателя о новых и/или заинтересовавших его товарах и услугах.

Кроме того, решение о внедрении программы лояльности не должно быть спонтанным. Весь их перечень необходимо планировать заранее, расписывая на год (или на иной промежуток времени) вперед.

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

Для упрочняющей обработки плоских поверхностей применяют следующие способы поверхностного пластического деформирования (ППД):

– накатка шарами и роликами. Преимуществами данного способа являются простота технологического процесса и применяемого оборудования; экономическая эффективность процесса. Однако существуют и отрицательные факторы: возникновение перенаклепа обработанной поверхности; в процессе накатывания происходит получение слишком гладкой поверхности с малой величиной маслостойкости;

– вибрационное накатывание. На обрабатываемой поверхности деталей создается частично регулярный и регулярный микрорельеф в виде канавок сферического профиля, а также образуется тонкий пластически деформированный упрочненный слой металла. Однако, данный процесс является малопроизводительным, требует создания специального оборудования и инструмента – шарикового накатника, и не всегда обеспечивает упрочнение всей обрабатываемой поверхности;

– статико-импульсная обработка (СИО). Пластическая деформация металла осуществляется управляемым импульсным воздействием, создаваемым генератором импульсов. СИО обеспечивает эффективное локальное силовое воздействие на поверхность, что позволяет в несколько раз увеличить глубину упрочненного слоя. Однако, при таком способе обработки возможен перенаклеп поверхности заготовки, что может иметь негативные последствия в процессе эксплуатации;

– импульсно-ударная пневмовибродинамическая обработка (ИУ ПВДО). Деформирующие шары получают ударные импульсы от приводящих шаров, находящихся во вращательном движении по круговой траектории и имеющих многоосное вращение относительно собственного центра масс и перемещение в турбулентном потоке сжатого воздуха. В результате создаются благоприятные пластические сдвиги слоев металла, происходит деформационное упрочнение. Создан новый способ и инструмент для ИУ ПВДО, позволяющий повысить производительность обработки и увеличить глубину наклепанного слоя металла, а также решить проблему звука за счет использования пневмоглушителей.

В. О. ДЕРБАН, Т. И. ТИМОФЕЕВА, И. Д. ВЛАСОВ

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

Механические приводы используются практически во всех отраслях народного хозяйства Республики Беларусь. Основу приводов составляют редуцирующие узлы, созданные на базе механических передач различных типов. При этом специализированных предприятий, производящих редукторы (или мотор-редукторы) в нашей стране нет, за исключением некоторых предприятий при научно-исследовательских институтах с опытным производством. Потребность в редукторах покрывается заказами в Российской Федерации («Редуктор» С.-Петербург; «Редуктор» Майкоп; «Уралредуктор» Екатеринбург; «Пермьредуктор»; «Челябредуктор» и др.), в Украине и в странах дальнего зарубежья. В частности, в мире известны такие гиганты редукторостроения, как Flender, Getriebebau NORD, Sew-euro drive (Германия), Brevini Riduttori (Италия) и многие другие.

Развертывание, производства малогабаритных приводов с редуцирующими узлами на территории нашей страны является достаточно актуальной задачей. Перспективной видится производство мотор-редукторов, особенно в Могилевской области, где осуществляется производство электродвигателей (РУП «Могилевэлектродвигатель»). Однако внедрять необходимо инновационные разработки, позволяющие конкурировать на рынке редукторостроения.

Многочисленные испытания показывают, что разрабатываемые в Белорусско-Российском университете приводы могут успешно конкурировать (по показателю цена/качество) со многими зарубежными образцами. Они обладают следующими преимуществами:

- низкие значения потребляемой энергии (низкая энергоемкость);
- малые габариты (компактность);
- высокие эксплуатационные характеристики.

При этом потенциальным заказчикам требуются сравнительно небольшие партии этих приводов, но достаточно широкая их номенклатура.

В Белорусско-Российском университете ведутся работы по созданию новых типов редуцирующих узлов на базе планетарных передач (прецессионных, цепных, с телами качения), которые удовлетворяют поставленным выше требованиям. Созданы опытные образцы, многие из которых успешно

А. Э. ЗАЕНЧКОВСКИЙ

Ф-л Федеративного государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего профессионального образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»  
Смоленск, Россия

Современные условия хозяйствования определяют необходимость создания механизма управления инновационным процессом на региональном уровне, включающего математико-информационные алгоритмы комплексного оценивания процедур и параметров интеграционного процесса. Предлагаемый механизм интеграции управленческих взаимодействий в инновационной сфере построен на основе системы нечеткого логического вывода и предназначен для решения задач анализа информации.

Обобщенный алгоритм реализации метода системы включает в себя четыре этапа. На первом шаге определяется состав структуры (набора концептов) когнитивной нечетко-логической модели. На этом этапе задается множество концептов, характеризующих системные факторы анализируемой системы, формируется множество концептов и происходит формирование состава структуры нечеткой когнитивной модели.

Второй шаг определяет согласование отношений влияния (причинности) между каждой парой концептов, характеризующих системные факторы. При этом задаются отношения влияния между концептами в виде весов, которые впоследствии отображаются в виде дуг ориентированного графа, описывающего нечеткие причинно-следственные связи между концептами с формированием матрицы взаимовлияний между концептами.

На третьем шаге формируются нечеткие модели оценки влияния системных факторов и идентифицированных целевых концептов. В рамках модели определяются входные и выходные переменные модели, задание весов входных переменных, и определение подхода, в соответствии с которым определяется показатель изменения целевых концептов.

На четвертом шаге происходит построение нечетких моделей оценки влияния, а именно задается структура модели оценки и выбора мероприятий по управлению инновационным кластером и его элементами, задаются условия и механизмы выбора альтернативных концептов  $K$ . Определяется степень влияния концептов  $K$  на целевой концепт  $K_{вл}$ .

Рассмотренный концептуальный механизм интеграции управленческих взаимодействий в инновационной сфере способен оказывать определяющее воздействие на деятельность экономической единицы как в настоящий момент, так и в будущем.



М. М. ЖУДРО

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

Исследования истории появления и практического внедрения в современном бизнесе инноваций свидетельствуют о доминировании двух подходов к трактовке понятия «инновации»: процессный и объектный.

Процессный подход базируется на воззрениях Й. Шумпетера, согласно которому инновации расцениваются как любое возможное изменение, происходящее вследствие использования новых или усовершенствования решений технического, технологического, организационного характера в процессах производства, снабжения, сбыта продукции, послепродажного обслуживания и т.д.

Объектный подход к определению инноваций является более узким. Здесь инновация рассматривается, прежде всего, с позиций создания и внедрения конкретных видов техники, технологии, других новых продуктов. При этом допускается неоправданное отождествление инновационных и научно-технических аспектов производственной деятельности.

Методологический подход ученых стран ЕС, США базируется на ключевых словах в определении инновации: «процесс», «выгода», «знания» и «производство» (присутствует прагматический и конкретный контент), а у российских и белорусских авторов основывается на абстрактности.

Так, Законодательство Украины, Казахстана, России и Беларуси определяют термин «инновации» как результат, который выражается в форме новой или усовершенствованной продукции, технологии, организационно-техническом решении. Определения этих стран преимущественно опираются на объектный подход, при котором инновация рассматривается, прежде всего, с позиций создания и внедрения конкретных видов техники, технологии, других новых продуктов.

Так, Национальный статистический комитет Республики Беларусь в своём отчёте «Наука и инновационная деятельность» определяет инновацию как введение в употребление кого-либо нового или значительно улучшенного продукта (работы, услуги) или процесса, нового метода маркетинга или нового организационного метода в деловой практике, организации рабочих мест или внешних связях.

С точки зрения маркетинговых требований под инновациями следует понимать не только производство новой продукции, услуги, новые методы производства, но и создание новых бизнес-моделей (инновационных предприятий), новых потребностей клиентов и их удовлетворение.

прошли стадии стендовых испытаний и получили внедрение (в том числе и мелкими сериями) в производство на разных предприятиях и организациях.

Испытания проводились в лаборатории кафедры «Теоретическая механика» университета на специально спроектированном и изготовленном стенде.

Стенд выполнен по схеме с открытым потоком мощности. Сущность этого метода заключается в том, что вся энергия, развиваемая двигателем стенда, проходя через испытываемый редуктор, направляется в нагружающее устройство, где полностью переводится в тепловую энергию. Наряду с недостатками, к которым относится необходимость охлаждения нагружающего устройства, разомкнутый метод испытаний имеет одно важное достоинство – позволяет сделать стенд универсальным, приспособленным к испытаниям редукторов самых разнообразных конструкций и типоразмеров.

Конструкция стенда размещена на жесткой раме. В качестве нагружающего устройства использован электромагнитный порошковый тормоз ПТ-250М1. Данный тормоз имеет возможность создавать постоянные или изменяемые по заданному закону статические нагрузки. Величина задаваемого тормозного момента находится в достаточно широком диапазоне (0–2500 Н·м).

КПД механической передачи определяется по:

$$\eta = \frac{M_2 \cdot \omega_2}{M_1 \cdot \omega_1},$$

где  $M_1$  – момент на входном валу, Н·м;  $M_2$  – момент на выходном валу, Н·м;  $\omega_1$  – угловая частота вращения на входном валу, мин<sup>-1</sup>;  $\omega_2$  – угловая частота вращения на выходном валу, мин<sup>-1</sup>.

Испытаниям были подвергнуты следующие редукторы: цепной редуктор, разработанный профессором Л. А. Борисенко, два планетарных редуктора, разработанных профессором М. Ф. Пашкевичем, планетарный эксцентриковый редуктор и планетарный прецессионный редукторы, разработанные профессором П. Н. Громыко, доцентом Макаревичем Д.М.

Испытаниям был подвергнут редуктор на основе планетарной прецессионной передачи по патенту №11078 от 06.06.2008г. (авторы Макаревич Д.М. и др.), отличающегося от выше указанных тем, что кривошип выполнен в виде эксцентриковой втулки, связанной через сферический подшипник с сателлитом, зубья которого имеют профиль зубьев звездочки цепной передачи, а контактирующая с зубьями сателлита поверхность роликов неподвижного центрального колеса выполнена конической, причем торцы роликов, имеющие в сечении наибольший диаметральный размер, расположены ближе к точке пересечения оси сателлита с осью входного вала.

Результаты испытаний показали, что наибольшим крутящим моментом обладает редуктор, выполненный по патенту РБ №11078, а также обладает высшим КПД, чем передачи указанные выше.

## НАСТРОЙКА ПОЛОЖЕНИЯ ТЯГ НАВЕСНОГО УСТРОЙСТВА В НАВЕСНОМ ПАХОТНОМ АГРЕГАТЕ

И. О. ЗАХАРОВА

Научный руководитель В. П. БОЙКОВ, д-р техн. наук, проф.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

Повсеместно перед работой навесного пахотного агрегата ограничиваются лишь регулировкой раскосов навесного устройства (НУ) и глубины обработки плуга. Однако этих регулировок не достаточно для наиболее эффективной работы агрегата. Очень важной эксплуатационной регулировкой навесного пахотного агрегата является оптимальное расположение мгновенного центра вращения (МЦВ) тяг навесного устройства трактора, через который проходит результирующая тягового сопротивления сельхозорудия. При не правильном его расположении не выполняется условие устойчивости хода орудия, имеет место излишнее заглубление и увеличение нагрузки на опорном колесе, а также чрезмерная разгрузка передней оси трактора.

Результатом многолетних исследований по изучению влияния параметров навесного устройства на показатели силового взаимодействия трактора с сельхозорудием проводившихся в различных предприятиях и НИИ тракторно-и сельхозмашиностроения является ГОСТ 10677-2001 [1].

Данный стандарт устанавливает три класса (категории по ИСО) НУ с различной высотой присоединительного треугольника и определяет продольную координату центра вращения (ЦВ) тяг НУ.

Использовать рекомендации ГОСТа при настройке в пахотном агрегате оптимального расположения МЦВ достаточно сложно. Да и не у всех навесных пахотных агрегатов можно выдержать требования этого ГОСТа из-за различных особенностей конструкции. Поэтому располагать МЦВ тяг навесного устройства трактора в навесном пахотном агрегате необходимо так, чтобы выполнялись два условия: короткий путь заглубления орудия и стабильность глубины почвообработки; минимальная разгрузка передней оси трактора.

Представив оба условия рационального расположения МЦВ в виде номограммы для конкретного агрегата, на которой одновременно показаны зависимости изменения удельного заглубляющего момента  $M_{\text{загл}}$  и распределения нагрузки по осям трактора от продольной и вертикальной координат расположения МЦВ.

Для удобства реализации полученных результатов по номограмме при выполнении настроек пахотного агрегата найденные координаты подставим в выражения для нахождения углов настройки верхней и нижних тяг навесного устройства трактора. Такие номограммы должны располагаться в руководствах по эксплуатации тракторов в разделе «агрегатирование», где также имеются рекомендации по балластированию, сдвиганию колес, расстановке колес и т.д.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Межгосударственный стандарт. Устройство навесное заднее сельскохозяйственных тракторов классов 0,6 – 8. Типы основные параметры и размеры. ГОСТ 10677-2001. Введ. 01.03.03. Москва: Госстандарт РФ: Издательство стандартов, 2003. – 7с.

## К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЕЙ

Е. С. ЖЕСТКОВА

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

Технологией, внедрённой или планируемой к внедрению на предприятии, нужно управлять. Отсутствие управления, когда, например, никто в организации не знает, как реализовывать выбранную технологию, означает, что сколько бы ни стоило закупленное оборудование, эффективность управления будет равняться нулю. Когда технология реализуется в соответствии с проектными требованиями на 100 %, то тогда эффективность управления можно приравнять к единице.

Оценивать эффективность управления следует с использованием различных частных показателей, потому что эффективность управления является комплексным показателем.

Проведение свёртки частных показателей с учётом коэффициентов их относительной важности в один обобщённый критерий позволит получить коэффициент, характеризующий эффективность управления технологией. Такой подход позволит учесть все факторы, влияющие на эффективность управления технологией, и предоставит в распоряжение лица, принимающего решение, понятную и легко интерпретируемую количественную оценку эффективности управления технологией.

Коэффициент эффективности управления технологией, применяемой на предприятии, может зависеть от следующих показателей:

- соответствие квалификации работников требованиям, предъявляемым к квалификации персонала выбранной технологией;
- соответствие качества входного сырья требованиям, предъявляемым к качеству сырья выбранной технологией;
- соответствие технических параметров оборудования требованиям, предъявляемым к оборудованию выбранной технологией;
- соблюдение параметров технологического процесса выбранной технологии;
- возможности адаптации выбранной технологии к особенностям предприятия.

Предложенные показатели формализуются с использованием функций принадлежности, что позволяет производить обработку всей исходной информации о технологии и получать обобщённую оценку эффективности управления технологией и производить выбор наилучшего варианта для внедрения.

В. В. ГИМАРОВ, И. В. ИВАНОВА

Научный руководитель М. И. ДЛИ, д-р техн. наук, проф.  
Ф-л Федеративного государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего профессионального образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»  
Смоленск, Россия

Сегодня большая часть телекоммуникационных компаний разрабатывают и реализуют активную инновационную политику с целью вывода на рынок новых товаров и услуг. Основные характеристики современных телекоммуникационных инновационных проектов включают: принятие решений в режиме реального времени; контроль изменений стратегии; учет конфликтных интересов между участниками. Таким образом, необходимо использовать более адаптивные интеллектуальные методы управления, обеспечивающие возможность приспособляться к изменяющимся условиям внешней и внутренней среды.

Для решения данной задачи можно использовать нестационарные многокомпонентные мультиагентные системы моделирования. Данный термин показывает, что в результате изменений состояния рыночной среды система адаптируется и осуществляется её перестройка. В соответствии с учетом различных изменений можно предложить следующую классификацию мультиагентных систем (рис. 1). Стационарная мультиагентная система не разделяется на отдельные компоненты. Монотонная мультиагентная система строится в случае, когда происходят колебания числа агентов. Вариационная мультиагентная система строится в случае формирования для агентов новых программ и стандартов поведения. Динамическая мультиагентная система используется в случае возникновения изменений всех описанных видов.

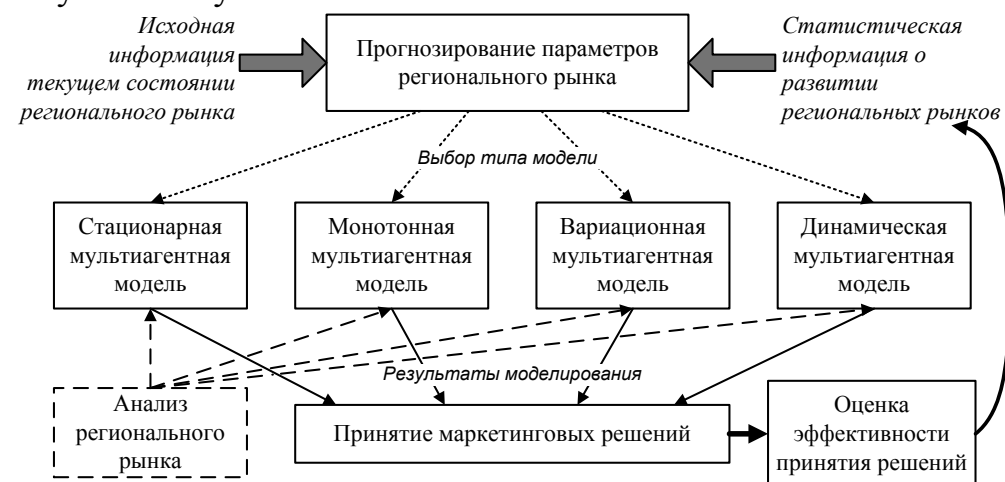


Рис. 1. Структура модели управления проектами

А. В. ЗАХАРОВ, А. В. ВАЩУЛА

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

При агрегатировании отечественных и зарубежных колёсных тракторов с плугами наиболее распространена схема работы “правые колёса в борозде” т.е. с несимметричной тяговой нагрузкой.

При работе трактора по схеме “правые колёса в борозде”, образованной предыдущим проходом плуга, результирующая  $R_{рез}$  тягового сопротивления плуга, создаёт отклоняющий момент, который нарушает прямолинейное движение агрегата и влечёт за собой ухудшение технологического процесса и увеличение энергозатрат на вспашку.

Для получения необходимых экспериментальных данных кроме информационно-измерительной системы регистрации данных на пахотном агрегате должны быть установлены: датчики частоты вращения правого и левого задних колес трактора; датчики частоты вращения правого и левого передних колес; датчик частоты вращения путеизмерительного колеса. Также необходимо знать длину проходимого участка агрегатом и время его прохождения, динамический радиус качения задних и передних колес трактора, количество отметок за один оборот заднего, переднего и путеизмерительного колес.

Обработав полученные экспериментальные данные, последовательно рассчитываем: теоретический и действительный путь опыта; теоретическую и рабочую скорости агрегата. По известным значениям теоретической и рабочей скоростей движения агрегата определяется буксование каждого из колёс трактора.

Далее по разработанной методике [1] рассчитываются кинематические показатели курсовой устойчивости ходовой системы трактора в следующей последовательности: радиусы поворота мостов трактора; эксцентриситеты центров вращения соответственно переднего и заднего мостов; радиусы поворота колёс; продольное смещение центра скоростей; углы увода, вызванные продольными сдвигами контактов колёс с почвой.

По полученным значениям кинематических показателей курсовой устойчивости ходовой системы трактора рассчитываются кинематические показатели курсовой устойчивости пахотного агрегата: смещения в горизонтальной плоскости шарниров правой и левой тяг механизма навески; угол отклонения балки плуга.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захаров, А. В. Курсовая устойчивость МТА при движении со смещённой тяговой нагрузкой / А. В. Захаров // Агропанорама. – 2006. – № 4. – С. 31–34.

Н. Н. КРАВЕЦ

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

Эксплуатируемые в Республике Беларусь грузоподъемные краны, установленные на открытых площадках, должны быть надежно укреплены от угона ветром при скорости ветра до 35 м/с.

Анализ существующих противоугольных захватов показал, что конструктивное исполнение, профиль захватных элементов, винтовой прижим не позволяют реализовать достаточные силы трения в зоне контакта элементов захвата с рельсом, противодействующие ветровой нагрузке.

Так, например, в большинстве конструкций, элементы захвата имеют линейный контакт с головкой рельса, при котором, принципиально невозможно получить большие силы трения. Конструкция винтового прижима из-за перекоса захватных элементов уменьшает силу прижима в зоне контакта.

Необходимость совершенствования ветрозащитных систем грузоподъемных кранов является актуальной проблемой в области промышленной безопасности. Угон и обрушение грузоподъемного крана представляют угрозу человеческой жизни, наносят материальный ущерб, связанный с разрушением крана и объектов в зоне разрушения.

По результатам теоретических, экспериментальных исследований, опытно-конструкторских работ определены геометрические и кинематические параметры эффективного противоугольного захвата (рис. 1), обеспечивающего удержание грузоподъемных кранов от угона ветром при скорости ветра, достигающей 35 м/с.

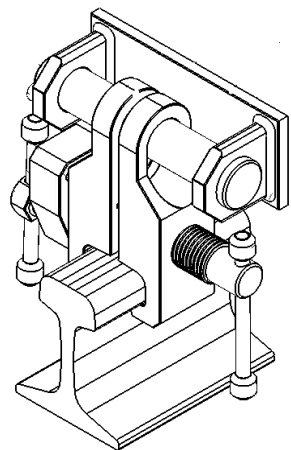


Рис. 1. Противоугольный захват для грузоподъемных кранов

О. О. ГАПЕЕВА-СЕРГЕЙЧИК

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

Машиностроение всегда играло важную роль в развитии экономики и до сих пор является материальной базой научно-технического прогресса во всех странах мира.

В настоящее время отечественное машиностроение относится преимущественно к IV технологическому укладу. В то же время в структуре импортируемой продукции данной отрасли преобладает техника V и VI технологических укладов. Это говорит о том, что для производства аналогичной белорусской продукции необходимо модернизировать производство, постоянно обновлять основные средства, внедрять новые технологии.

В целом, можно выделить следующие барьеры на пути инновационного развития машиностроительных предприятий:

- 1) высокий уровень износа основных производственных средств;
- 2) тенденция снижения относительных объемов инвестирования в основную капитал отрасли;
- 3) отсутствие тесной связи научных учреждений и производственных предприятий;
- 4) преобладание устаревших методов управления и негибких организационных структур управления;
- 5) разбалансированность производственных мощностей на предприятиях [1].

В связи с этим первостепенными задачами на данном этапе являются:

- 1) налаживание тесного сотрудничества между учеными и производственниками;
- 2) постепенный переход от консервативных механических к более гибким органическим структурам управления;
- 3) рационализация производственно-технологических связей на всех этапах создания нового продукта, применение механизма аутсорсинга;
- 4) применение организационно-экономического механизма стимулирования инновационной активности исполнителей.

В комплексе данные меры будут стимулировать инновационную активность отечественных машиностроительных предприятий [2].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Бородинская, Е. М.** Основные проблемы развития машиностроения Беларуси / Е. М. Бородинская // Экономический бюллетень НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь. – 2011. – № 4. – С. 42–47.
2. **Меллер, Я. А.** Машиностроение – фундамент развития белорусской экономики / Я. А. Меллер // Новая экономика. – 2011. № 2. – С. 47 – 51.

УДК 656.135  
ЛОГИСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТАРИФООБРАЗОВАНИЯ НА УСЛУГИ  
АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Т. А. БОРОДИЧ  
Научный руководитель В.В. ТЕРЕШИНА, канд. экон. наук, доц.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Учреждение оубразования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Минск, Беларусь

Применение логистического подхода в практической деятельности субъектов хозяйствования, рассмотрение процессов с точки зрения принципов функционирования логистических систем позволяет сгладить возникающие противоречия, обеспечить единство всех сфер деятельности предприятия от снабжения до сбыта. Одним из инструментов управления эффективностью деятельности субъекта хозяйствования является ценовая политика. При построении системы управления ценовой политикой автотранспортного предприятия основную роль играет механизм формирования тарифов. Он определяет базу тарифа на перевозку грузов и пассажиров, факторы, влияющие на процесс его формирования, и оценивает влияние этих факторов на уровень тарифа.

Тарифообразование в автотранспортных предприятиях характеризуется многофакторностью. Первоначальный тариф автопарка на перевозку определяется суммированием следующих составных частей: себестоимости, нормы прибыли и косвенных налогов. Но установленный субъектом хозяйствования тариф нельзя считать окончательным, так как автопарк осуществляет свою деятельность на рынке, характеризующемся достаточно высоким уровнем конкурентной борьбы, где ценовой фактор играет одну из решающих ролей в выборе потенциального потребителя.

В разрабатываемой системе в качестве ограничения, характеризующего предельную величину тарифа, установленного предприятием, можно использовать уровень рыночных цен на данном сегменте. В том случае, если разница между тарифом, установленным предприятием и предельным его уровнем положительна, то в зависимости от ценовой стратегии и тактики предприятия окончательный тариф будет установлен в этом интервале. В противном случае, автопарку следует сократить норму прибыли, включаемую в цену услуги.

Таким образом, предлагаемая методика формирования тарифа позволяет учитывать не только технико-эксплуатационные характеристики подвижного состава, но и принимать во внимание рыночные условия, в которых функционирует автотранспортное предприятие.

УДК 621.83  
ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАНЕТАРНОГО МАГНИТНОГО РЕДУКТОРА ДЛЯ  
ПРИВОДА ДВЕРЕЙ ПАССАЖИРСКОГО ЛИФТА

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

При разработке конструкции привода дверей пассажирского лифта появилась потребность в редукторе, обеспечивающем плавность регулирования механизма закрытия дверей. Применение широко известных типов передач (червячных, волновых, и др.) не может в полной мере удовлетворить запросы данного привода. С целью снижения материалоемкости, габаритов привода дверей пассажирского лифта предложено применить в его конструкции планетарный магнитный редуктор.

Сущность работы магнитного редуктора заключается в том, что в планетарной прецессионной передаче, исследованиями которой занимается лаборатория прецессионных передач университета, входное звено совершает колебательное движение путем создания вращающего магнитного поля. В результате получается привод, основным преимуществом которого перед мотор-редуктором являются значительно уменьшенные осевые габаритные размеры и себестоимость изготовления. При этом появляется возможность простого плавного регулирования частоты вращения выходного вала, что расширяет функциональные возможности планетарных мотор-редукторов прецессионного типа. В настоящее время разработана конструкция и изготовлен образец планетарного магнитного редуктора, применение которого планируется в приводе дверей пассажирского лифта.

В. В. ЛЕВКОВИЧ

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

Государственное научное учреждение

«ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАН БЕЛАРУСИ»

Минск, Беларусь

Беспилотные летательные аппараты (БЛА) способны выполнять широкий спектр задач: от мониторинга окружающей среды до поисковых и разведывательных миссий. Наиболее эффективным способом запуска БЛА самолетного типа является пуск с катапульты.

Для запуска легких БЛА (~5–50 кг) применяются переносные катапульты. Чаще всего они комплектуются пневматическим приводом или приводом на основе упругих элементов, который является более простым конструктивно и в обслуживании. В качестве упругих элементов могут применяться резиновые жгуты, обладающие рядом недостатков (сравнительно низкая способность резины и других полимеров накапливать энергию, зависимость характеристик от окружающей среды, в первую очередь от температуры и т.д.).

Замена упругих элементов из резины или полимеров на плоские пружины типа рессор (рис. 1), которые обладают более стабильными характеристиками при различных условиях, может значительно улучшить эксплуатационные характеристики устройства запуска с сохранением всех преимуществ данного типа катапульт.

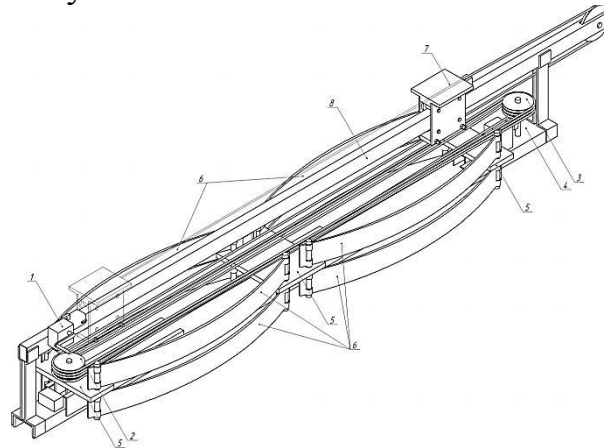


Рис. 1. Катапульты с использованием плоских пружин

Испытания плоских пружин показали, что после резкого повышения усилия на первых 20–30 % хода дальнейшее изменение усилия практически линейно. Это позволяет производить разгон БЛА с постоянным ускорением (дигрессивный закон), в отличие от менее предпочтительного регрессивного закона (максимальное значение ускорения в начале разгона), характерного для полимеров.

А. А. БАЛЯБИНА, Д. Ю. ФЁДОРОВ

Научный руководитель М. И. ДЛИ, д-р техн. наук, проф.

Ф-л Федеративного государственного бюджетного образовательного

учреждения высшего профессионального образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

Смоленск, Россия

Энергетика и энергосбережение являются одними из основных приоритетных направлений развития науки, технологий и техники Российской Федерации. Однако в настоящее время не все федеральные и региональные программы энергосбережения, предусматривающие в т.ч. осуществление инноваций в данной сфере, успешно выполняются на практике, что во многом связано с неэффективностью информационного обеспечения процессов организации и мониторинга реализации этих программ. При управлении энергосбережением в отношении электроэнергии системообразующую роль в области информационной поддержки реализации инновационной политики государства по энергосбережению могут играть энергосбытовые компании, выполняя следующие основные функции: учет и контроль объемов производства; передачи и потребления электроэнергии в регионе; экспресс-анализ энергетических паспортов предприятий; определение проблем в области энергосбережения на региональном уровне; содействие внедрению энергоэффективных технологий и использованию энергосберегающего оборудования путем формирования в рамках городских целевых программ энергосбережения информационных систем, содержащих сведения о сравнительных характеристиках указанных технологий и оборудования; формирование экономических стимулов к энергосбережению у потребителей электроэнергии; разработка системы показателей для оценки эффективности инновационных мероприятий в области энергосбережения, контроль их достижения и соответствия энергопотребления установленным параметрам; формирование информационной инфраструктуры энергосбережения и содействие распространению новых энергосберегающих технологий и оборудования; аккумулярование информации о проблемах региона в области энергосбережения и внедрению энергосберегающих инноваций, которая может быть использована при разработке и контроле реализации региональных стратегий и программ по энергосбережению. Таким образом, энергосбытовые компании обладают широкими возможностями по организации и реализации комплексного подхода к энергосбережению в обслуживаемых ими субъектах РФ.

О. В. БАГУЗОВА, В. А. МАЛЮТИН

Научный руководитель М. И. ДЛИ, д-р техн. наук, проф.

Ф-л Федеративного государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего профессионального образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»  
Смоленск, Россия

Официальная статистика играет важнейшую роль в информационном обеспечении инновационной деятельности, поскольку является основой для проведения анализа достижения стратегических целей инновационного развития экономики, на базе результатов которого осуществляется выработка управленческих решений по повышению ее эффективности. Однако даже огромное количество показателей, используемых Росстатом для оценки социально-экономических процессов в стране (порядка 600), не сформирует исчерпывающей картины современного положения в сфере научно-исследовательской и инновационной деятельности. В этой связи предложена система показателей, используемая различными участниками инновационного процесса для поддержки принятия управленческих решений на всех этапах его реализации.

Для реализации принципа всеобщей доступности статистической информации предлагается создание на Портале Федеральной службы государственной статистики раздела «Информационная поддержка инновационной деятельности». Схема потоков данных по оказанию информационной поддержки в сфере инноваций показана на рис. 1.



Рис. 1. DFD-диаграмма процесса информационной поддержки в сфере инновационной деятельности

С. Д. МАКАРЕВИЧ

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

Научно-практический центр учреждения  
«МОГИЛЕВСКОЕ ОБЛАСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МЧС  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»

Могилев, Беларусь

Подъемно-тяговые устройства получили широкое распространение в аварийно-спасательных подразделениях (АСП). При проведении аварийно-спасательных работ по разборке завалов, разрушений, эвакуации людей и грузов с высоты и глубины в настоящее время чаще всего используется грузоподъемная техника. Однако эффективность ее использования зачастую связана с ограничено-стесненными условиями местности, в которых осуществляются спасательные работы. В этих условиях использование компактных подъемно-тяговых аварийно-спасательных устройств, как подтвердила практика работ АСП, является наиболее эффективной.

Для удовлетворения нужд АСП Республики Беларусь компактные подъемно-тяговые аварийно-спасательные устройства в настоящее время приобретаются в странах ближнего и дальнего зарубежья. Однако из-за их высокой стоимости (от 2,5 до 4 тысяч долларов США за одно устройство) массовое оснащение АСП такими устройствами не представляется возможным. Поэтому, с целью импортозамещения, была предложена конструкция компактного, многофункционального подъемно-тягового аварийно-спасательного устройства. Предлагаемое устройство может быть незаменимо в случаях, значительных глубин эвакуации, а также при необходимости увеличения грузоподъемности.

Необходимость разработки конструкций аварийно-спасательных устройств, отвечающих указанным выше требованиям, является актуальной задачей.

Остановимся на требованиях, предъявляемых к конструкциям устройств, применяемых для проведения аварийно-спасательных работ.

Основным требованием является повышенная их надежность. Так как эти устройства применяются при эвакуации людей, коэффициенты запаса прочности устройств должны быть порядка 10.

Следующим важным требованием является требование многофункциональности. Устройство должно быть легко адаптированным к различным конкретным случаям его эксплуатации. Представим, что в конкретном случае не оказалось возможности закрепить устройство или не хватило длины

каната, оказалось недостаточно грузоподъемности, отсутствие ускоренной размотки увеличило время проведение работ. При проведении именно аварийно-спасательных работ отсутствие той или иной функциональной возможности в устройстве может привести к трагедии. Конечно, создать устройство, которое могло бы учитывать все возможные ситуации, не представляется возможным. Однако расширение функциональных возможностей устройств, применяемых при проведении аварийно-спасательных работ, является, несомненно, одним из основных требований при их проектировании.

Низкие массогабаритные показатели – это требование, которое определяет не только технологичность конструкции устройства. Конструкция, отвечающая этим требованиям, может легко быть доставлена к месту проведения аварийно-спасательных работ. Может оказаться, в конкретном случае, что габаритные размеры устройства определяют возможность его использования.

Следующим не маловажным требованием является низкая цена, определяемая себестоимостью изготовления аварийно-спасательного устройства. Именно этот показатель определяет: насколько широко будет оно использоваться.

Для создания конкурентоспособной конструкции важными является обеспечение эргономических требований.

Как видно из анализа требований, предъявляемых к конструкциям аварийно-спасательных устройств, обеспечение одного из них приводит к невозможности поддержания на требуемом уровне другого. Например, использование при проектировании конструкции высоких коэффициентов запаса, применив традиционные схемы, на базе которых будут разрабатываться аварийно-спасательные устройства, проектировщики рискуют создать конструкции, не выдерживающие критики по массогабаритным показателям.

Совместно с учеными Белорусско-Российского университета в настоящее время ведется разработка устройства для эвакуации, позволяющее значительно расширить функциональные возможности подобных устройств.

УДК 620.378.826  
НЕКОТОРЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЛОКОННОЙ ОПТИКИ  
ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

И. В. ШИЛОВА, Н. А. СТАРОВОЙТОВА, Е. М. ПОЛЯНСКАЯ  
Научный руководитель В. И. БОРИСОВ, д-р физ.-мат. наук, проф.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Перспективным направлением применения волоконной оптики является разработка волоконно-оптических датчиков для экологического мониторинга. По сравнению с традиционными волоконно-оптические датчики имеют небольшие размер и массу, обладают помехозащищенностью в условиях высоких уровней электромагнитных полей, позволяют делать замеры в труднодоступных и удаленных местах.

Для построения биологических и химических волоконно-оптических датчиков используют явления поглощения, отражения, затухания волн, поверхностного плазменного резонанса и люминесценции.

Известно, что в процессе изготовления или обработки оболочка оптического волокна может иметь разные показатели преломления. В структуре химических и биологических волоконно-оптических датчиков оболочка может быть легирована или заменена подходящим веществом, которое эффективно абсорбирует определенные органические вещества, исключая воду. Взаимодействие между определенным веществом и покрытием волокна изменяет показатель преломления покрытия (оболочки), что приводит к изменению интенсивности оптического излучения проходящего по волокну к фотоприемнику. Такие волоконно-оптические датчики позволяют реализовать многие методы оптической рефрактометрии растворов химических сред.

Изменения интенсивности проходящего оптического излучения на определенных длинах волн коррелирует с концентрациями определенных химических веществ, содержащихся в материале (смеси, растворе, композите и т.д.).

Для построения высокочувствительных волоконно-оптических датчиков для экологического мониторинга используют фазовые первичные преобразователи.

Разработаны волоконно-оптические датчики контроля концентрации различных элементов, таких как токсины, пестициды, летучие органические соединения, взрывчатые вещества, нуклеиновые кислоты, антитела, волоконно-оптические датчики иммунологического анализа, волоконно-оптические рН-метры.



УДК 620.378.826

ВЛИЯНИЕ ИЗГИБА НА ПОТЕРИ ИЗЛУЧЕНИЯ  
В МИКРОСТРУКТУРНЫХ ВОЛОКОННЫХ СВЕТОВОДАХ

И. В. ШИЛОВА, А. А. АКСЁНОВА, Е. М. ПОЛЯНСКАЯ

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

Создание материалов и изделий высокого качества во многом зависит от разработки новых способов и технических средств неразрушающего контроля. Важную роль в разработке новых технических средств неразрушающего контроля играют первичные преобразователи, качественные характеристики которых, в первую очередь, определяют характеристики прибора неразрушающего контроля в целом.

Особое место среди оптических датчиков занимают волоконно-оптические датчики различных физических полей. Наиболее перспективным представляется использование волоконных световодов не для передачи излучения, а в качестве первичных преобразователей, когда измеряемое физическое поле непосредственно воздействует на отрезок волоконного световода, являющийся чувствительным элементом датчика.

Перспективным направлением волоконной оптики является разработка и исследование волоконных световодов с новыми свойствами. Одним из типов таких световодов являются микроструктурные световоды, которые имеют в сердцевине цилиндрические полости, параллельные оси световода. Такое строение световедущей сердцевины придает микроструктурным световодам, по сравнению с обычными, ряд новых свойств. Были исследованы потери излучения при изгибе микроструктурных волоконных световодов с тремя, четырьмя и пятью слоями воздушных дырок.

Проведенные исследования показали, что такие световоды более чувствительны к изгибу, чем многомодовые волоконные световоды. Причем полное затухание выходного сигнала под действием изгиба микроструктурного волоконного световода происходит при довольно больших радиусах, при которых световод не будет испытывать значительных механических нагрузок, которые могли бы привести к его повреждению.

В качестве источников излучения использовались лазеры с длинами волн 632 нм, 532 нм и 405 нм. Графики зависимости выходного сигнала от радиуса изгиба микроструктурных и обычных волоконных световодов приведены в работе. Таким образом, можно сделать вывод, что потери излучения при изгибе микроструктурного световода можно использовать для построения датчиков таких физических величин, как перемещение, давление, сила и т.д.

УДК 621.83.06

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ  
ДИФФЕРЕНЦИАЛА ПОВЫШЕННОГО ТРЕНИЯ НА БАЗЕ  
ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ КУЛАЧКОВОЙ РОЛИКОВОЙ ПЕРЕДАЧИ

А. П. ПРУДНИКОВ

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

Дифференциал повышенного трения является перспективным видом механизма для трансмиссий автомобилей и тракторов, поскольку из-за высокого внутреннего трения он позволяет перераспределять крутящий момент в пользу небуксующего колеса.

Основными преимуществами конструкции дифференциала повышенного трения на базе цилиндрической кулачковой роликовой передачи (ЦКРП) являются малые радиальные габаритные размеры (увеличение дорожного просвета у автомобиля) и высокая нагрузочная способность.

В ходе проведенного кинематического анализа дифференциала на базе ЦКРП были получены зависимости для определения угловых скоростей шариков, контактирующих с кулачками и являющихся элементами составных роликовых сателлитов, что в свою очередь позволило определить потери мощности на скольжение при взаимодействии шариков с кулачками.

Анализ полученных зависимостей показал, что, с точки зрения сокращения потерь мощности на скольжение оптимальный радиус шариков составляет  $10 \div 18$  мм.

Проведенный динамический анализ позволил получить уравнение для определения средней за оборот вала с пазами кинетической энергии дифференциала повышенного трения на базе ЦКРП.

Для обеспечения высокой проходимости и хорошей управляемости автомобиля коэффициент блокировки, определяющий блокирующие свойства дифференциала, должен находиться в диапазоне  $2,5 \div 4$ . Анализ зависимости коэффициента блокировки дифференциала на базе ЦКРП от числа периодов синусоиды, выступающей в роли образующей для торцовых поверхностей кулачков, позволяет сделать вывод, что для обеспечения указанного коэффициента блокировки число периодов синусоиды должно находиться в диапазоне  $5 \div 7$ . Необходимо учитывать, что чем больше число периодов синусоиды, тем выше нагрузочная способность дифференциала за счет увеличения числа составных роликовых сателлитов, однако при этом увеличиваются и его радиальные размеры.

УДК 621.833.389

ФУНКЦИЯ ОШИБКИ УГЛА ПОВОРОТА КОЛЕСА ЧЕРВЯЧНОЙ  
ПЕРЕДАЧИ, СОДЕРЖАЩЕЙ ТЕЛА 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 промышленности для обеспечения требуемых частоты вращения и крутящего момента ведущего вала машины, механизма и технологического оборудования широко используют червячные передачи из-за их компактности, широкого диапазона передаточных чисел, высокой кинематической точности, бесшумности, возможности самоторможения. Недостатком этих передач является низкий КПД, стремление повысить его привело к созданию ряда червячных передач качения. В этих передачах скольжение кинематических пар заменено на качение пальцев или подшипников по червяку, это позволило значительно снизить потери передаваемой энергии, что является актуальным.

С целью снижения числа тел качения в таких передачах также разработана передача, состоящая из червяка в виде вала с закрепленными на нем подшипниками качения и червячного колеса, содержащего рабочий венец, состоящий из консольных частей эвольвентных зубьев в соответствии с патентом Республики Беларусь на изобретение № 7324 «Червячная передача».

Точность передачи характеризует функция  $\delta\varphi_2(\varphi_1)$  ошибки угла поворота, представляющая собой отклонение кривой  $\varphi_2(\varphi_1)$  от прямой  $\varphi_2 = \varphi_1 \cdot z_1 / z_2$ . Здесь  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  – углы поворота червяка и червячного колеса.

Зависимость  $\varphi_2(\varphi_1)$  определили в момент пересопряжения соседних тел качения с зубом колес

$$\varphi_2(\varphi_1) = \frac{\varphi_1 \cdot \cos\alpha_{k2}}{z_2 \cdot \cos\alpha_{a2}},$$

где  $\alpha_{k2}$  – угол профиля зуба в точке соприкосновения его с профилем тела качения в момент входа в зацепление с вершиной зуба следующего тела качения (подшипника)

$$\alpha_{k2} = \arctg \sqrt{\operatorname{tg}^2\alpha_{a2} - 2 \cdot s / r_{b2}},$$

здесь  $S$  – расстояние между точками соприкосновения профилей тел качения с профилем зуба, которое определили, как длину участка эвольвенты между указанными точками.

УДК 833.06

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ  
АМОРТИЗАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ШЛЕМА ПОЖАРНОГО

М. М. ФОМЧЕНКО

Научный руководитель С. Д. МАКАРЕВИЧ, канд. техн. наук  
Научно-практический центр учреждения  
«МОГИЛЕВСКОЕ ОБЛАСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МЧС  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»  
Могилев, Беларусь

В соответствии с ГОСТ 30694-2000 «Шлем пожарного. Общие технические требования и методы испытаний», одним из основных методов испытаний, определяющим 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 в испытательном стенде. Испытательный стенд представляет собой устройство для ударных испытаний объектов на прочность, который способен воспроизводить одиночные ударные импульсы. Конструкция позволяет регулировать величину приложенной силы к объекту испытания. Разработана оригинальная схема управления электроприводом, установленного на испытательном стенде, которая позволяет автоматизировать процесс испытания.

В качестве измерительного преобразователя для фиксации мгновенной ударной силы применяется однокомпонентный вибропреобразователь-акселерометр АР 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

А. А. СУС, М. А. КИСЛЯКОВ

Научный руководитель В. А. ЧЕРНЫШЕВ, д-р техн. наук, проф.  
ф-л Федеративное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»  
Смоленск, Россия

В настоящее время большинство силовых трансформаторов в системах электроснабжения всего мира исчерпали или приближаются к запланированному сроку своей жизни. В связи с этим проблема оценки фактического состояния изоляции энергетического оборудования в процессе его эксплуатации является достаточно актуальной, особенно при отказе от методов планово-предупредительного обслуживания и переходе на обслуживание по реальному техническому состоянию. Существует большое количество методов диагностики, среди которых выделяют методы тепловизионной диагностики, которые редко используются для выявления дефектов на ранних стадиях развития. Основной особенностью тепловизионной диагностики является ее бесконтактность, чем очень удобна, так как не нужно выводить силовой трансформатор из работы на время его исследования. Тепловизионный метод позволяет выявить области локального перегрева масла, что может свидетельствовать о наличии структурных нарушений в объеме контролируемого объекта. Например, области такого перегрева отчетливо видны на рис. 1, представляющем результат термографического исследования трансформатора Т-3 (подстанции Коптево) типа ТДТНГ-40500/110, 1954 года выпуска.

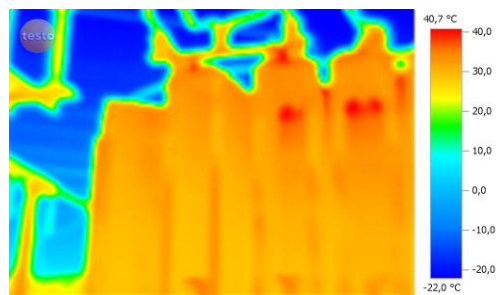


Рис. 1. Тепловое изображение исследуемого трансформатора

В результате специальной обработки термограмм в сочетании с другими методами используемыми в работе, такими как R, DAR, PI, DD, TPI, Iut и др., появилась возможность оценивать состояние силового трансформатора с высокой степенью достоверности.

А. С. СОКОЛОВА

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

Система состоит из двух тел, одно из которых вращающийся с угловой скоростью  $\omega$  диск с моментом инерции  $I_0$ , другое – тело точечной массы  $m$ , перемещающееся в радиальном направлении ( $r=OM$ ) по диску. Момент инерции  $I$  системы является величиной переменной. При этом  $I = I_0 + mr^2$ , кинетический момент системы  $L = I\omega$ . Дифференцируя первое равенство, получим  $\frac{dI}{dt} = 2mr\dot{r} = 2mr\dot{r} = 2mrv$ . Момент кориолисовых сил инерции  $M_k = 2m(\omega\dot{r}) \cdot r = 2mrv\omega$ . Следовательно,  $\frac{dI}{dt}\omega = M_k$ . Из полученной формулы следует, что изменение осевого момента инерции, наряду с угловой скоростью, также является причиной появления моментов сил инерции. Рассмотрим влияние сил инерции отдельно на каждое тело системы. Кинетический момент первого тела  $L_1 = I_0\omega = I_0\frac{L}{I}$ , второго тела  $L_2 = mr^2\frac{L}{I}$ . Тогда  $I_0\frac{L}{I} + mr^2\frac{L}{I} = L$ . Следовательно соблюдается условие  $L_1 + L_2 = L$ . При перемещении тела на диск действует кориолисова сила инерции и сила инерции углового ускорения. Производная от кинетического момента первого тела  $\frac{dL_1}{dt} = -M_k - M_\varepsilon$ , где  $M_k = \frac{\dot{I}L}{I}$ . Моменты реакций связей и силы тяжести равны нулю. Установлено, что  $M_\varepsilon = -\frac{\dot{I}}{I^2}mr^2L$ . С учетом  $M_k$  и  $M_\varepsilon$  интегрируя выражение для  $\frac{dL_1}{dt}$  получим  $L_1 = \frac{LI_0}{I}$ . Рассмотрим влияние сил инерции на второе тело. Производная от кинетического момента второго тела  $\frac{dL_2}{dt} = M_k + M_\varepsilon$ . Интегрируя данное выражение получим  $L_2 = L - \frac{LI_0}{I} = L - L_1$ . Следовательно, и в рассматриваемом случае соблюдается условие  $L_1 + L_2 = L$ . Моменты сил инерции применительно к отдельным телам системы действуют как моменты внешних сил. Установлено, что в обоих случаях соблюдается условие сохранения кинетического момента  $L$  системы, равного сумме кинетических моментов тел системы.

А. С. СОКОЛОВА

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

Учреждение образования

«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Витебск, Беларусь

В работах по теоретической механике изложены различными методами расчеты по определению закона движения тел точечной массы, совершающей сложное движение. Однако сравнительная оценка методов расчета механической системы с двумя степенями свободы при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси в работах не представлены.

Рассмотрим движение системы тел при их вращении вокруг неподвижной оси при условии, что одно из тел системы перемещается в радиальном направлении. Первое тело – диск радиуса  $r$ , момент инерции которого  $I_0$ . Второе тело – тело точечной массы  $m$ . Уравнение перемещения тела по радиусу диска можно найти, рассматривая относительное движение тела или используя уравнения Лагранжа.

При исследовании движения тела точечной массы  $m$  получено и решено дифференциальное уравнение относительного движения тела и установлен закон его движения в радиальном направлении. Применение условия равновесия системы в виде  $\Sigma m_z(\vec{F}_k) = 0$  с учетом моментов сил инерции тел системы получена расчетная формула для расчета вращающегося момента  $M_{ep}$ , необходимого для вращения системы с заданной угловой скоростью  $\omega$ .

При определении закона относительного движения тела вдоль радиуса диска и вращающегося момента с использованием уравнений Лагранжа следует вычислить кинетическую энергию системы в ее абсолютном движении, определить обобщенные силы, проинтегрировать полученные дифференциальные уравнения и получить искомые уравнения:

$$x = \frac{x_0}{2} (e^{\omega t} + e^{-\omega t}),$$

$$M_{ep} = 2m\omega^2 x \sqrt{x^2 - x_0^2},$$

где  $x_0$  – расстояние тела от центра диска в начальный момент времени.

Установлено, что определение закона относительного движения тела в радиальном направлении и вращающегося момента значительно проще при использовании в расчете сил инерции, чем применение для решения поставленной задачи уравнения Лагранжа.

Н. А. СТАРОВОЙТОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Существуют различные методы определения физико-механических свойств плазменных покрытий. Например, методик прочности сцепления покрытия с специально подготовленной для напыления поверхностью деталей существует несколько десятков разновидностей. Эти способы относятся к разрушающим методам контроля. То есть, они могут использоваться на образцах-свидетелях, либо на образцах для предварительной настройки режимов напыления. В реальных условиях, когда необходимо дать оценку свойств уже напыленного на деталь покрытия, такие методы зачастую не применимы, поэтому использование неразрушающих методов контроля является наиболее целесообразным.

Согласно руководящим техническим материалам «Плазменно-дуговое напыление. Типовой технологический процесс. РТМ ИЭС-6-90», предусмотрены следующие виды неразрушающего контроля: визуальный (контроль внешнего вида), измерение толщины и шероховатости поверхности покрытия, определение износостойкости методом царапания, сквозной пористости покрытий, нанесенных на основы из железных, медных или никелевых сплавов, а также некоторые способы оценки прочности сцепления.

Визуальный контроль осуществляют путем осмотра с целью установления наличия или отсутствия вспучивания, трещин, сколов или отслоений покрытия и сравнения цвета покрытия с эталоном. Толщина покрытия может быть определена как разница между поперечными размерами детали с покрытием и без него, а также прямым измерением с помощью толщиномеров различных классов, штангенциркулем (ГОСТ 166-80), микрометром (ГОСТ 6507-78), гравиметрическим и металлографическими методами.

Шероховатость покрытия определяют с помощью профилографа-профилометра «Калибр» или аналогичными приборами. Износостойкость покрытий оценивают склерометрическим методом (или испытанием на царапание при переменной нагрузке). Общепринятой методикой определения пористости является гидростатическое взвешивание (ГОСТ 18893–73). Однако особенности структуры напыленных покрытий, а также малые размеры образцов приводят к большой погрешности результатов при определении по этой методике (100 % и более).

Наиболее перспективными в настоящее время являются акустические методы контроля эксплуатационно-технических характеристик покрытий, важнейшие из которых – толщина и пористость покрытия, качество его сцепления с основным материалом.

Н. А. СТАРОВОЙТОВА

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

Существует несколько акустических методов контроля эксплуатационно-технических характеристик покрытий, важнейшими из которых являются толщина покрытия и качество его сцепления с основным материалом.

Как известно, характеристический импеданс на границе двух сред определяет отражающую способность поверхности раздела. На измерении импеданса при отражении ультразвукового импульса от поверхности раздела покрытие — подложка основан импедансный метод контроля когезионной прочности.

Эхо-метод позволяет определить площадь отслоений и глубину их залегания при одностороннем доступе к изделию. Существенным недостатком этого методов является большая мертвая зона по глубине (3... 7 мм). В то же время дефектоскопы, используемые при этих методах, как правило, просты по конструкции, очень удобны и надежны в эксплуатации. Поэтому представляет интерес контроль в иммерсионном варианте, применяемый с целью обнаружения отслоений, когда импеданс покрытия равен или меньше импеданса основного материала.

Представляет интерес акустический метод контроля толщины упрочненных слоев и защитных покрытий деталей, основанный на применении поверхностных волн мегагерцового диапазона. Данный метод позволяет контролировать композиции металл-металл. Толщина покрытий, которые можно контролировать таким методом, зависит от используемой частоты ультразвуковых колебаний, например, при частоте 15 МГц можно уверенно контролировать покрытия толщиной до 100 мкм.

Возможно применение метода контроля толщины покрытий, основанного на спектральном анализе эхо-сигналов от поверхностей контролируемого слоя при иммерсионном или контактном прозвучивании изделий с покрытиями при одностороннем доступе к изделию.

Расслоения и зоны нарушения сцепления покрытия и подложки можно контролировать также при помощи нормальных волн (волн Лэмба). Такой метод позволяет контролировать композиции покрытие-подложка, когда их характеристические импедансы близки.

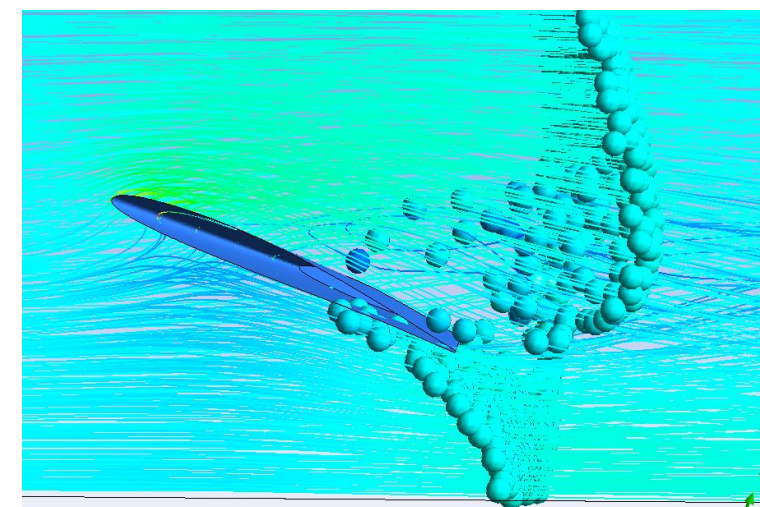
Основным недостатком, характерным для всех рассмотренных методов, является необходимость использования иммерсионного варианта контроля, что существенно усложняет процедуру контроля, а в ряде случаев делает его вообще невозможным.

Е. В. ТОМИЛО

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

С учётом жёстких требований к прочности и устойчивости малогабаритных летательных аппаратов и отсутствия в Республике Беларусь испытательного оборудования (аэродинамические трубы, вибростенды и др.) для их испытаний, приоритетным направлением при проектировании таких машин является использование методов компьютерного моделирования для решения задач при различных условиях эксплуатации.

Произведён расчёт в программной среде ANSYS крыла сверхмалого беспилотного летательного аппарата весом до 6 кг при углах атаки  $0^\circ$ ,  $5^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $18^\circ$ ,  $20^\circ$ . При увеличении угла атаки от  $0^\circ$  до  $18^\circ$ , нормальные напряжения и подъёмная сила возрастают. При дальнейшем увеличении угла атаки до  $20^\circ$  возникает срыв потока и падает значение подъёмной силы и соответственно нормальных напряжений. Установлено, что экстремальным углом атаки для данного беспилотного летательного аппарата, является угол  $18^\circ$  (рис. 1).

Рис. 1. Поле скоростей при угле атаки  $18^\circ$ 

В результате теоретических исследований и моделирования в программной среде ANSYS найден экстремальный угол атаки ( $18^\circ$ ), который предложен разработчикам программного обеспечения механизма автопилота с целью недопущения аварийных ситуаций.

УДК 519.711.3  
РАСЧЁТ НА ПРОЧНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕСТКОСТИ СВЕРХЛЁГКОГО  
БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Е. В. ТОМИЛО

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

В Республике Беларусь использование беспилотной авиации является целесообразным при ликвидации техногенных аварий и катастроф, экологического мониторинга местности. При проведении специальных операций используют сверхлёгкие беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Летательный аппарат должен воспринимать действующие на него в процессе эксплуатации нагрузки без повреждений и недопустимых изменений формы, т. е. быть достаточно прочным и жестким.

Наиболее нагруженным элементом планера БПЛА являются плоскости крыльев, которые испытывают напряжения от изгибающих и крутящих моментов и вследствие относительно больших размеров и малой толщины не могут должным образом противостоять аэродинамическим нагрузкам без использования дополнительных элементов жёсткости. Основная задача расчёта на прочность элементов планера БПЛА сводится к расчёту на прочность лонжерона, обеспечивающего прочность и жёсткость крыла.

В результате исследования решены следующие задачи. Выбрана методика аналитического определения напряжённого состояния элементов планера БПЛА. Рассчитан дополнительный элемент жёсткости крыла (трубчатый лонжерон с внешним диаметром 18 мм и внутренним 14 мм) при определённых углах атаки. Произведено физико-математическое моделирование напряжённого состояния крыла усиленного трубчатым лонжероном планера БПЛА с использованием программного комплекса ANSYS. Моделирование показало, что при увеличении угла атаки от 0° до 18°, нормальные напряжения возрастают с 7 до 91 МПа, подъёмная сила с 5 до 58 Н, крутящий и изгибающий моменты с 0,045 до 0,58 и с 2 до 27 Н·м соответственно. При этом максимальная скорость воздушного потока возросла с 17,96 до 58,71 м/с. При увеличении угла атаки до 20° возникает срыв потока и значения для нормальных напряжений, подъёмной силы, крутящего и изгибающего моментов снижаются до 74 МПа, 50 Н, 0,57 и 22 Н·м соответственно при снижении максимальной скорости потока до 30 м/с.

Приведенные расчёты на прочность позволили значительно снизить вероятность аварий беспилотного летательного аппарата при заданных условиях эксплуатации.

УДК 621.317.023  
ВЛИЯНИЕ ОБЪЕКТА КОНТРОЛЯ НА ВЫХОДНОЙ СИГНАЛ  
ВИХРЕТОКОВОГО ДЕФЕКТОСКОПА

В. А. СВЕТЛИЧНЫЙ, Ю. Н. ОНИЩЕНКО

Научный руководитель Ю. Е. ХОРОШАЙЛО, канд. техн. наук, доц.  
«ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
Харьков, Украина

В качестве преобразователя первичной информации в вихретоковом дефектоскопе используют одну или несколько индуктивных катушек. Электрический ток, протекающий в катушках дефектоскопа, создает электромагнитное поле, которое возбуждает вихревые токи в электропроводящем объекте контроля. Плотность токов зависит от частоты, электрических и магнитных характеристик объекта контроля, его геометрической формы, формы и расположения индуктивных катушек дефектоскопа. Электромагнитное поле вихревых токов воздействует на вихретоковый преобразователь дефектоскопа, наводя в нем электродвижущую силу. Для увеличения чувствительности и точности измерений авторами был разработан вихретоковый дефектоскоп с преобразователем, у которого возбуждающая и измерительная катушки расположены ортогонально относительно друг друга и поверхности объектов контроля. Объектами контроля являлись образцы из свинца, стали 20, ШХ-15, алюминия, нержавеющей стали, латуни, трубной стали, 09Г2С, спецсплава с памятью формы, стали У7 и меди.

В результате проведенных экспериментов по выявлению зависимости выходного сигнала дефектоскопа от величины воздушного зазора, материала объекта контроля, частоты электрического тока и других факторов, было установлено следующее. Чувствительность исследованного вихретокового дефектоскопа обратно пропорциональна величине рабочего зазора. Частота рабочего тока существенно влияет на показания дефектоскопа. Наиболее линейный характер зависимости выходного сигнала дефектоскопа от частоты находится в диапазоне 300-350 кГц. Однако, следует заметить, что для некоторых материалов могут использоваться и более низкие частоты. Толщина материала прямо пропорционально влияет на полученный результат измерения. Анализ экспериментальных данных позволяет установить, что результаты измерений в диапазоне толщин от 0,1-6,0 мм зависят от величины электропроводности и магнитной проницаемости образцов объекта контроля, однако при значении толщины более 6,0 мм, это влияние незначительно.

М. В. МЕЛЬНИК

Учреждение образования

«МОЗЫРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. И. П. Шамякина»

Мозырь, Беларусь

Экспериментальные исследования размагничивания технологических трубопроводов с помощью соленоида за 1 цикл размагничивания велись в следующих направлениях:

- исследование влияния остаточной намагниченности к силе тока намагничивания (размагничивания) технологических трубопроводов в зависимости от наружного диаметра размагничиваемых труб;
- исследование влияние остаточной намагниченности к силе тока намагничивания (размагничивания) технологических трубопроводов в зависимости от количества витков соленоида;
- выявление взаимосвязи между количеством витков соленоида и количеством циклов размагничивания.

При размагничивании использовались трубы различных диаметров из стали 15Х5М.

Процесс размагничивания технологических трубопроводов состоит из следующих этапов:

- 1) подготовка образцов;
- 2) измерение остаточной намагниченности у торцов труб с помощью измерителя ИОН-2;
- 3) измерение и построение зависимости остаточной намагниченности к прикладываемому току размагничивания.

Первоначально размагниченная труба намагничивалась до состояния технического насыщения, при этом использовался соленоид из сварочного кабеля, состоящий из 20 витков, равномерно намотанных на трубу. Замерялась напряженность остаточного поля у торца трубы. После этого на один из концов трубы наматывался соленоид из 10 витков кабеля, полярность тока изменялась на противоположную. Далее проводилось намагничивание трубы, причем ток увеличивался с шагом 50 А, при этом измерялась остаточная напряженность намагничивающего поля. После каждого шага источник питания отключался, и измерялась остаточная напряженность поля у торца трубы.

Установлено, что при размагничивании труб обратным полем, величина которого превышает напряженность первоначального остаточного поля на 70 %, значение  $|H_r|$  снижается до  $7,7 \div 9,8$  %.

Е. С. ФИТЦОВА

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

При проектировании передач с промежуточными телами качения (ППТК) перед их изготовлением необходимо провести моделирование процессов сборки и функционирования для устранения неточностей, нестыковок и оптимизации геометрических параметров зацепления.

В качестве среды моделирования была выбрана система Siemens NX (Unigraphics), разработчик ядра Para solid. Была поставлена задача моделирования беговых дорожек для роликов, причем эти беговые дорожки образуются двумя кулачками, закрепляемыми на валах передачи. Для шариковых передач данная задача уже была решена [1]. Для однопериодной дорожки применялась операция «tube». Для многопериодной дорожки в программу импортировался массив координат точек, образующих замкнутую центральную кривую (сплайн). На ней размещался центр сферы (тела качения). Далее генерировалось множество этих сфер, равномерно размещенных вдоль кривой. Сферы объединялись в одно тело, которое вычиталось из тел кулачков.

Был также разработан алгоритм проектирования рабочих поверхностей однопериодных и многопериодных кулачков (рис. 1) роликовых передач (в системе Siemens NX 7.5).

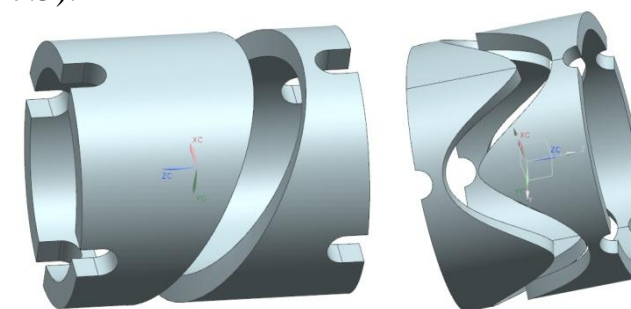


Рис. 1. 3-D модели кулачков

Алгоритм моделирования основан на создании поверхности на основе центральной кривой и придании толщины данной поверхности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лустенков, М. Е. Передачи с промежуточными телами качения: определение и минимизации потерь мощности: монография / М. Е. Лустенков. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2010. – 274 с. : ил.

С. В. ХИНКЕВИЧ

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

Высокопрочные болтовые соединения ответственных металлоконструкций промышленных объектов повышенной опасности, в частности грузо-подъемных кранов, в процессе сборки, монтажа и эксплуатации нуждаются в контролируемой затяжке.

В большинстве случаев, в автоматизированных динамометрических ключах контроль затяжки ведется по значению крутящего момента на ключе, при этом не учитывается увеличение силы трения в резьбе, что приводит к уменьшению усилия затяжки болтового соединения.

Кроме того, в процессе затяжки болтового соединения в теле стержня болта или шпильки помимо нормальных напряжений возникают дополнительные напряжения кручения от действия крутящего момента затяжки. Для увеличения надежности болтового соединения требуется снятие напряжений в теле стержня болта от действия крутящего момента.

Существует ряд конструктивных способов для выполнения данной задачи, таких как использование специальных шестигранных шпилек или шлицевых втулок. Указанные способы стопорения дорогие и трудоемкие по сравнению с использованием обычных болтов, как следствие, на практике встречаются крайне редко.

Способ снятия напряжений кручения отворачиванием гайки на расчетный угол является более простым и доступным решением данной проблемы.

Проблемой является разработка динамометрического ключа, обеспечивающего поворот на расчетный угол при отвинчивании, начиная с трения покоя с повышенным крутящим моментом

Следовательно, исследование болтовых соединений по усилиям и напряжениям позволит определить оптимальные параметры момента затяжки, угла отворота гайки и повысит прочность болтового соединения.

М. В. МЕЛЬНИК

Учреждение образования  
«МОЗЫРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. И. П. Шамякина»  
Мозырь, Беларусь

В связи с проведением сварки трубопроводов печей подогрева и реакторов на нефтеперерабатывающих предприятиях, изготавливаемых из теплоустойчивой стали Х5М, после выполнения монтажа и в период проведения ремонтных работ возникают большие остаточные напряжения на участках трубопроводов, что влияет на качество сварных соединений. Технологические приемы сварки не позволяют полностью устранить «магнитное дутье».

На практике успешное размагничивание труб зависит не только от правильного подхода к размагничиванию, но и от возможностей оборудования (источник питания, кабели). Если мощность источника мала, то следует стремиться к минимизации потерь в токоподводящих кабелях.

Размагничивание технологических трубопроводов проводили с помощью сварочного выпрямителя ВДУ-506, с номинальным сварочным током 500 А и пределами регулирования рабочего напряжения 22–46 В, путем поэтапного подбора силы тока и напряжения.

Соленоид выполнен из токоподводящих кабелей сечением 120 мм<sup>2</sup>.

Для измерения значений остаточной намагниченности применялся измеритель ИОН-2, с диапазоном измерений 0–1000 А/см. Прибор предназначен для определения остаточной намагниченности деталей и заготовок после размагничивания, а также остаточной намагниченности деталей намагниченных в процессе магнитопорошковой дефектоскопии. Достижение нулевого остаточного напряжения, достигается чаще всего путем нескольких поэтапных процессов размагничивания.

Наилучшим вариантом борьбы с «магнитным дутьем» является размагничивание стыков подготовленных под сварку за 1 цикл. Данная процедура позволит значительно сократить материальные затраты при выполнении сварочных работ (сварка, контроль, устранение брака), а также время выполнения и качество сварочных работ. Применяя оборудование, рассмотренное выше, не потребуется дополнительных затрат на приобретение специализированного оборудования, для размагничивания подготовленных стыков трубопроводов, так как в монтажных организациях используется сварочное оборудование. Кроме того нет необходимости в специальном обучении рабочего персонала.



З. М. КОРОТКЕВИЧ

Научный руководитель В. Ф. МАТЮК, д-р техн. наук, доц.  
Государственное научное учреждение  
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»  
Минск, Беларусь

Термическая обработка изделий из инструментальной углеродистой стали У8А состоит из двух этапов: закалки и последующего отпуска. В [1] были предложены новые информационные параметры, которые можно использовать для контроля качества нагрева инструмента под закалку. В данной работе приводятся результаты исследований возможности контроля по ним качества температуры отпуска инструмента из эвтектоидной стали У8А.

Установлено, что наиболее чувствительными к изменению температуры отпуска являются напряженность поля при максимальной магнитной проницаемости  $H_{\mu m}$ , релаксационная коэрцитивная сила  $H_r$  и коэрцитивная сила  $H_c$  (рис. 1). Чувствительность данных параметров на всем диапазоне изменения температуры отпуска составила 0,13 %/°C, что обеспечивает контроль качества низко и среднетемпературного отпуска инструментальной углеродистой стали У8А.

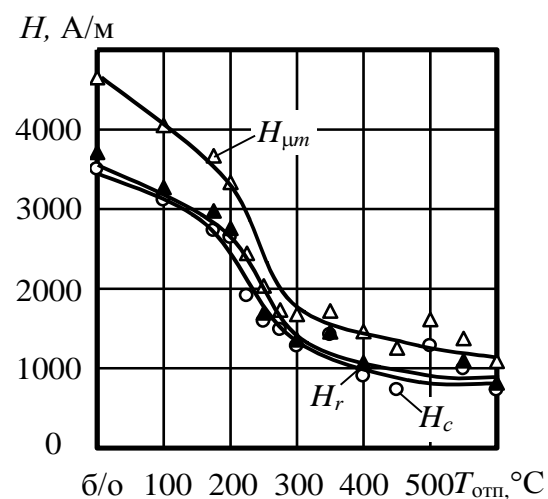


Рис. 1. Зависимость магнитных параметров от температуры отпуска стали У8А

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матюк, В. Ф. Влияние структурных изменений в стали У10А при закалке от разных температур на ее квазистатические магнитные характеристики / В. Ф. Матюк, З. М. Короткевич, А. А. Осипов // Весці НАН Беларусі. Сер. фіз.-техн. навук. — 2012. — № 1. — С. 112–122.

Е. С. ЧЕЧУЛИН

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

Выполнена оценка динамических характеристик пассажирского железнодорожного состава, оборудованного модернизированным межвагонным беззазорным сцепным устройством БСУ-3. При модернизации сцепного устройства предложено применение гидравлического гасителя колебаний в консольной части кузова вагона, между лобовой балкой и головной частью беззазорного сцепного устройства.

В качестве объекта исследования рассмотрен пассажирский вагон поездов постоянного формирования производства ОАО «Тверской вагоностроительный завод» модели 61-4462.

Исследование динамических параметров вагона, оборудованного модернизированным сцепным устройством, проведено методами твердотельного математического моделирования.

Рассмотрен железнодорожный состав, состоящий из магистрального пассажирского двухсекционного электровоза постоянного тока ЧС7 и сцепы из трёх вагонов, соединённых сцепным устройством БСУ-3.

Для исследования динамических параметров пассажирского вагона в составе поезда в среде программного комплекса моделирования динамики систем тел «Универсальный механизм» разработана его твердотельная динамическая модель. Она представляет собой совокупность абсолютно твёрдых тел, моделирующих кузова подвижного состава и основные несущие элементы тележки, объединённые специальными упруго-диссипативными, контактными элементами и вращательными шарнирами.

Исследовано движение сцепы по прямому участку пути, в кривых и по стрелочному переводу в скоростном интервале 20–160 км/ч. Рассмотрены три варианта сцепы вагонов. Первый вариант соответствует штатному вагону. Вторым вариантом подобен первому без буферных устройств. В третьем — вместо буферных устройств применены гидравлические гасители колебаний.

Анализ результатов моделирования показал, что применение гасителя колебания влияния предлагаемой конструкции позволило улучшить показатели горизонтальной динамики вагонов в составе поезда на 10 %. При этом в совокупности с отказом от буферных устройств позволило снизить тару вагона практически на одну тонну.

УДК 621.8

КОНТРОЛЬ УРОВНЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ВАЛА  
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ НА БАЗЕ СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ  
МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ

Е. И. ШИШКОВ, Д. Н. КАЛЕЕВ, Р. И. ШИШКОВ

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

Проблематика испытаний механических передач актуальна во все времена. Причем, с развитием отрасли редукторостроения, требования к испытательным установкам ужесточаются. Системы диагностики стремятся производить испытания непосредственно на месте эксплуатации редуктора, иногда даже непосредственно во время выполнения рабочего цикла. Эта тенденция позволяет не только ускорить процесс съема и обработки данных о состоянии редукторов, но и утверждать, что для более качественной оценки, необходимо максимально приблизить эксперимент к условиям, в которых работает лабораторный образец.

Однако, современные источники движения, в частности электродвигатели общемашиностроительного применения, не дают точного значения частоты вращения вала двигателя в силу наличия скольжения. Кроме того, при изменении тормозного момента на редукторе (следовательно, и на двигателе) происходят изменения частоты вращения и крутящего момента, что не позволяет точно оценивать точность редуктора.

Для решения поставленной задачи в лабораторный стенд предлагается ввести два дополнительных модуля: программируемый контроллер и преобразователь частоты вращения вала электродвигателя. Дополнительные модули позволят реализовать систему обратной связи во всем контуре. Контроллер, принимая сигнал с датчика частоты вращения, будет сравнивать его значение с задаваемым и в случае расхождений, будет подавать сигнал на преобразователь частоты, который и будет выравнивать частоту вращения на электродвигателе.

Предлагаемая система несколько сложнее и затратнее традиционных испытательных стендов. В этом есть основной её недостаток. К преимуществам же можно отнести не только точность получаемых результатов, но и возможность проводить испытания на разных частотах, не вводя дополнительных механических передач для редуцирования, а, следовательно, и внося погрешность. Кроме того, система индикации позволит зафиксировать отклонения от заданных параметров и вносить своевременные корректировки.

УДК 658.562.42,44:678.033.3

УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПОЛИМЕРНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ И КОМПОЗИТОВ

Л. Ю. БИЛЬДЮКЕВИЧ, А. Н. АСАДЧИЙ

Научный руководитель А. А. БРИНЬ, канд. физ.-мат. наук  
Государственное научное учреждение  
«ИНСТИТУТ ТЕПЛО-и МАССООБМЕНА им. А.В. Лыкова НАН Беларуси»  
Минск, Беларусь

Основные реологические и технологические свойства полимерных композиционных материалов на основе терморезактивных олигомеров в большей степени зависят от качества связующего, которое существенно изменяется от партии к партии и от условий и времени хранения, что в конечном итоге оказывает влияние на качество готового изделия.

Одним из наиболее простых и информативных методов контроля свойств и оценки качества полимеров и композитов является термомеханический анализ (ТМА), при выполнении которого необходимо соблюдать ряд обязательных условий, одним из которых является постоянство вида и значения напряжения по всему объему образца. Существующие приборы полностью не удовлетворяют данному требованию, так как допускают появление некоторых видов отклонений от геометрической формы таких, как бочкообразность, шейка и комбинированных в случае пенетрации, при которых нагрузка, действующая через пуансон, определяется формой и размером его оконечности в соотношении с размерами торца и толщины образца.

В связи с этим разработано устройство, позволяющее исключить указанный недостаток. Основное конструктивное изменение заключается в том, что устройство снабжено измерительной ячейкой с центральным каналом для исследуемого материала и заглушкой с глухим отверстием для термопары, жестко установленные в нагревательном средстве так, что сплошная поверхность заглушки плотно прилегает к нижней части измерительной ячейки без образования зазора, и выполнены из меди; рабочая поверхность пуансона представляет собой плоский срез, сечение которого соответствует сечению центрального канала измерительной ячейки и торцевой поверхности образца. Таким образом, рабочие органы представляют собой матрицу и пуансон и выполнены в одном размере, исключая тем самым изменение сечения образца по мере деформирования, а, следовательно, и изменение величины напряжения. Разработанное устройство позволяет повысить точность и снизить время измерений, оценивать порошковые материалы без выполнения операции таблетирования на отдельном оборудовании, так как компактирование производится в матрице пуансоном с определенным усилием непосредственно перед силовым и температурным нагружением.

Д. Е. БЕЛОНОГИЙ

Научный руководитель О. В. ХОЛОДИЛОВ, д-р техн. наук, проф.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Гомель, Беларусь

Описана конструкция микротрибометра для исследования акустической эмиссии и триботехнических характеристик различных смазочных материалов и покрытий.

Для исследования акустической эмиссии (АЭ) при фрикционном взаимодействии материалов необходимы установки, с помощью которых можно было бы реализовать различные виды относительного движения и типы фрикционного контакта конструктивных элементов.

Поскольку регистрация АЭ обладает рядом специфических особенностей, возникает необходимость в разработке специальных конструкций испытательных установок. При этом выбор схемы фрикционного контакта является важным моментом.

Наибольшее распространение получила схема трения, при которой осуществляется контакт плоской поверхности образца со сферическим индентором-контртелом.

Была разработана принципиальная схема микротрибометра и изготовлен его лабораторный макет.

В качестве прототипа была взята конструкция микротрибометра возвратно-поступательного типа, описанного в работе [1]. Механическая часть комплекса состоит из привода, механизма перемещения, системы нагружения и узла крепления образцов.

В разработанной конструкции микротрибометра был устранен недостаток схемы, взятой за прототип, а именно, наличие мертвых точек в крайних положениях механизма малых перемещений.

Электрическая схема состоит из измерительных каналов преобразователя акустической эмиссии, индуктивного датчика и схемы питания.

Определяемые с помощью измерительных каналов параметры, передаются с помощью АЦП на персональный компьютер. Обработка и сохранение оцифрованных значений измеряемых параметров производится с помощью специализированного программного обеспечения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Комков, О. Ю.** Микротрибометр возвратно-поступательного типа, работающий в области малых нагрузок: конструктивные особенности и методика испытания образцов / О. Ю. Комков // Трение и износ. – 2003. – Т. 24. – № 6. – С. 642–648.

С. Г. ШОРОХОВ

Научный руководитель Д. Я. АНТИПИН, канд. техн. наук, доц.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Брянск, Россия

На рынке пригородных и межобластных железнодорожных перевозок наблюдается устойчивый рост объемов пассажиропотока, связанный с повышением мобильности населения. Это требует разработки современного подвижного состава, удовлетворяющего возрастающим требованиям безопасности, вместимости и комфортабельности перевозок.

Применение на стадии проектирования твердотельного математического моделирования позволяет с достаточной степенью точности оценивать динамические и тяговые характеристики подвижного состава, что позволяет сократить сроки разработки и внедрения.

В качестве объекта исследования в работе рассматривается электропоезд постоянного тока ЭД4М производства ОАО «Демидовский машиностроительный завод».

При твердотельном моделировании электропоезда представляется в виде совокупности систем связанных твердых тел, описывающих его пространственные колебания. Разработка динамической модели производилась в среде программного комплекса моделирования динамики систем тел «Универсальный механизм».

Твердотельная динамическая модель электропоезда состоит из моделей двух головных вагонов, двух моторных и одного прицепного, что соответствует его минимальной составности. В расчетной схеме кузова вагонов представляются абсолютно твердыми телами, обладающими шестью степенями свободы, с реальными геометрическими и инерциальными характеристиками.

Модели тележек представляют собой совокупность абсолютно твердых тел, связанных между собой силовыми элементами и шарнирами. Отличительной особенностью тележек моторных вагонов является моделирование тяговых электродвигателей с возможностью задания режимов движения электропоезда с помощью системы управления двигателями, сформированной в пакете Matlab/Simulink.

Верификация разработанной динамической модели электропоезда выполнена путем сопоставления данных математического моделирования с результатами натурных ходовых испытаний.

УДК 621.763

ПОЛУЧЕНИЕ ТОНКОСТЕННЫХ ПОЛЫХ ЗАГОТОВОК  
ИЗ АНТИФРИКЦИОННОГО СИЛУМИНА МЕТОДОМ  
НАПРАВЛЕННОГО ЗАТВЕРДЕВАНИЯ

К. Н. БАРАНОВ

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

В настоящее время ГНУ «Институт технологии металлов НАН Беларуси» поставляет заготовки из антифрикционного силумина взамен бронзовых на многие предприятия Республики Беларусь. При этом возникла проблема получения тонкостенных полых заготовок из антифрикционного силумина диаметром до 80 мм с внутренней рабочей поверхностью. Для решения этой проблемы в институте был разработан метод литья намораживанием на водоохлаждаемом стержне.

Новый способ получения полых заготовок из силуминов основан на заливке перегретого металла в нагреваемую форму с последующим погружением водоохлаждаемого стержня. Особенностью такого способа является направленное затвердевание от водоохлаждаемого стержня к стенке нагреваемой формы. При этом формирование отливки осуществляется за счет интенсивного теплоотвода от ее внутренней поверхности. Высокая интенсивность охлаждения стержня достигается за счет использования струйной системы охлаждения.

Были получены полые заготовки из антифрикционного сплава АК14М3 диаметром 55 мм, длиной 110 мм и толщиной стенки до 10 мм. Температура заливки расплава составляла 850 °С. Нагрев формы производился трубчатым электронагревателем до 400 °С. Время выдержки охлаждаемого стержня в форме с расплавом – 15 с. Расход охладителя в стержне составлял 2,6 м<sup>3</sup>/ч. Эксперименты проводились на силуминовом стержне.

Литые заготовки из сплава АК14М3 подвергали термообработке по режиму Т5. Методом металлографического анализа установлено, что микроструктура внутренней поверхности отливки представлена глобулярным эвтектическим кремнием размером 3–4 мкм, которые были равномерно распределены по всему сечению отливки. Твердость полученных заготовок составляла 110 НВ.

Таким образом, способ литья намораживанием на водоохлаждаемом стержне позволяет получать из сплава АК14М3 с высокодисперсной и инвертированной микроструктурой полые заготовки диаметром 55 мм с толщиной стенки до 10 мм.

УДК 614.876

ПРОБЛЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ  
ЛОКАЛЬНЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

А. В. АНИСКОВИЧ, А. А. ВАТЧЕНКО

Научный руководитель С. Д. МАКАРЕВИЧ, канд. техн. наук  
Научно-практический центр учреждения  
«МОГИЛЕВСКОЕ ОБЛАСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МЧС  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»  
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 обозначились 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 621.213  
РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ТЕПЛОВЫХ 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

Целью проводимой работы является повышение энергетической эффективности, расширение функциональных возможностей и уменьшение массогабаритных показателей асинхронных электродвигателей.

Для решения указанных задач был разработан асинхронный электродвигатель с трехроторной электромеханикой по конструктивной схеме ДАС (двигатель асинхронный специально предназначенный для работы с регулятором напряжения), который обладает рядом преимуществ по сравнению с асинхронными электродвигателями стандартного исполнения соответствующей мощности и типоразмеров.

Одним из параметров, которые учитывались при его разработке, были тепловые режимы, а точнее более высокий уровень отвода тепла с последующей возможностью снятия большей мощности с вала электродвигателя. Трудностью при разработке такой конструкции было отсутствие методик расчета и установки, которая воспроизводила режимы работы разработанного устройства с последующим контролем температур отдельных узлов электродвигателя.

Для решения данной задачи был разработан лабораторный стенд, позволяющий в режиме реального времени снимать тепловые режимы асинхронных электродвигателей. В качестве измерительного элемента выступает термопреобразователь сопротивления. Данные датчики встроены во все узлы испытуемого асинхронного электродвигателя и подключаются к двухканальным измерителям ТРМ-200. Данные измерители по интерфейсу RS-485 объединяются в локальную сеть. Информация, получаемая из данной сети, проходя через преобразователь интерфейсов RS-485/RS-232, поступает на персональный компьютер.

Для визуального отображения как в числовом, так и в графическом виде, используется SCADA – система Trace Mode 5. На ее основе был разработан графический тренд, отображающий информацию с измерительных датчиков. Также возможно сохранение массивов данных с их дальнейшей обработкой (например, в любом табличном редакторе).

В дальнейшем планируется подключить датчики давления расхода для исследования тепловентиляционных режимов работы как единое целое.

УДК 538.911  
ТОНКИЕ ПЛЕНКИ SnS И ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ  
НА ИХ ОСНОВЕ

С. А. БАШКИРОВ

Научный руководитель В. Ф. ГРЕМЕНОК, д-р физ.-мат. наук, доц.  
Государственное научно-производственное объединение  
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАН БЕЛАРУСИ  
ПО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЮ»  
Минск, Беларусь

Сульфид олова SnS представляет интерес для оптоэлектроники и, в частности, для технологии тонкопленочных солнечных элементов. Среди достоинств данного материала выделяют низкую токсичность, химическую устойчивость и широкую доступность компонентов.

Описана технология получения тонких поликристаллических пленок SnS термическим вакуумным методом «горячей стенки» [1], а также представлены результаты исследования микроструктуры, электрических и оптических свойств полученных пленок. На основе пленок SnS изготовлены фоточувствительные барьеры Шоттки In/SnS и гетероструктуры SnS/CdS/ZnO.

Тип проводимости этих пленок определен методом термозонда. Электрическое сопротивление определялось методом Ван-дер-Пау. Кристаллическая структура и фазовый состав материалов исследовались методом дифракции рентгеновских лучей с использованием дифрактометра Siemens D-5000 на излучении  $\text{CuK}_\alpha$  ( $\lambda = 1,5405 \text{ \AA}$ ). Элементный состав пленок исследовался методом рентгеноспектрального микроанализа с использованием сканирующего электронного микроскопа JEOL 6400. Морфология пленок определялась методом сканирующей электронной микроскопии с использованием указанного электронного микроскопа. Оптические характеристики пленок устанавливались по спектрам пропускания, полученным в диапазоне от 500 до 2500 нм с использованием спектрометра SPECORD PC 210 UV-VIS с разрешением 5 нм

Результаты работы подтверждают принципиальную возможность получения фоточувствительных структур на основе пленок SnS.

Работа выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (договор № Ф12М-017).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lopez-Otero, A. Hot wall epitaxy / A. Lopez-Otero // Thin Solid Films – 1978. - Vol. 49. – P. 3–57.

УДК 621.914.2:669

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ  
ОСНАСТКИ КОМПЛЕКСНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА  
И ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

М. А. БЕЛАЯ, А. С. БАТРАКОВ, \*А. Л. ШЕМЕНКОВА

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

В последние годы остро встала проблема повышения износостойкости инструментальной оснастки. В настоящее время до 30 % себестоимости продукции машиностроительных предприятий приходится на изготовление и повторную заточку режущего инструмента. Традиционные способы повышения стойкости, такие как: поверхностная термообработка, различные диффузионные и другие химико-термические способы обработки, нанесение электролитических покрытий, наплавка и др., в ряде случаев, не обеспечивают необходимой износостойкости или неприемлемы. Поэтому все большее распространение получают такие способы, как нанесение износостойких покрытий и поверхностное упрочнение изделий из металлов и сплавов методами ионно-плазменной обработки, а так же комбинированными методами, включающими в себя использование различных видов воздействия.

Одним из перспективных способов является, разработанный «Лабораторией модифицирования материалов тлеющим разрядом» ГУВПО «Белорусско-Российский университет», способ упрочнения тлеющим разрядом, при котором изделие размещают на катоде, расположенном в силовых линиях постоянного магнитного поля.

Особенностью метода является то, что в процессе обработки, эмитированные с катода (изделия) под действием ионной бомбардировки, электроны захватываются магнитным полем и оказываются в его ловушке. Электроны циркулируют в нем до тех пор пока не произойдет несколько ионизирующих столкновений с атомами остаточных атмосферных газов, в результате этого теряется полученная от электрического поля энергия, тем самым значительно повышается эффективность процесса ионизации и концентрация положительных ионов у поверхности катода, а это приводит к увеличению интенсивности ионной бомбардировки изделия и значительному росту скорости упрочнения.

Проведенные испытания позволили выявить, что структурно-фазовое модифицирование рабочих поверхностей инструментов, выполненных из различных инструментальных материалов, приводит к повышению их эксплуатационных характеристик в 1,5–2,5 раза в зависимости от назначения и области использования инструментальной оснастки.

УДК 621.86

САМОНАСТРАИВАЮЩАЯСЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ  
МАНИПУЛЯЦИОННЫМ РОБОТОМ С НЕЙРОСЕТЕВЫМИ  
ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ЭТАЛОННОЙ МОДЕЛЬЮ И ПИД-РЕГУЛЯТОРОМ

А. Н. СВЕТИКОВ

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

Совершенствование информационно-управляющих возможностей современной техники и, в частности, манипуляционных роботов, на современном этапе осуществляется широким использованием элементов искусственного интеллекта. При этом интеллектуальное управление и его компоненты используются как на уровне планирования поведения и управления движением роботов, так и на уровне исполнительных приводов.

Для решения задачи стабилизации переменных динамических характеристик манипуляционной системы предлагается структура управления, представленная на рис. 1, в которой используется ее параллельная эталонная модель, построенной на базе нейросетевого идентификатора, и нейросетевой ПИД-регулятор скорости с параметрической самонастройкой.

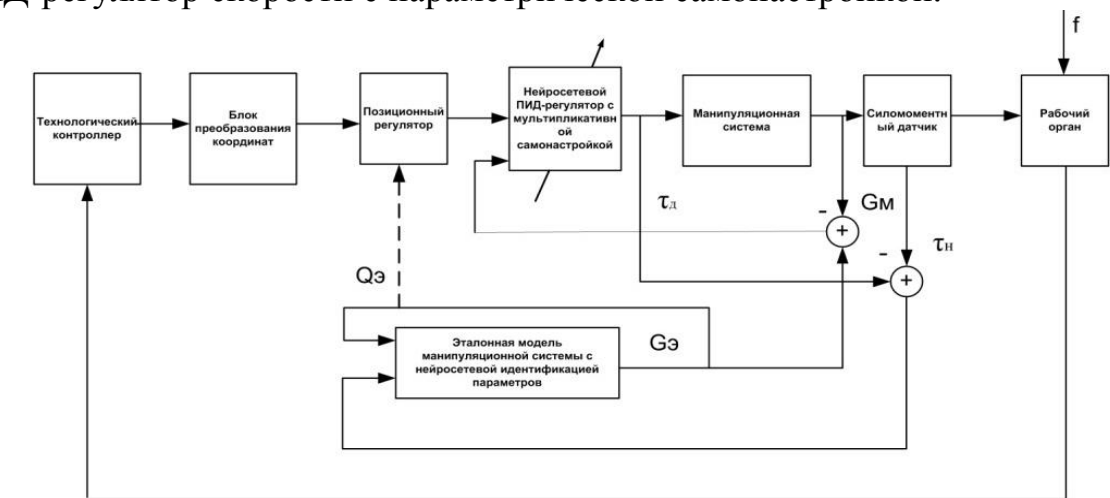


Рис. 1. Структура системы управления манипуляционным роботом

Разработана эффективная эталонная математическая модель манипуляционной системы робота, а так же работоспособная компьютерная модель на базе библиотеки Sim Mechanics и Simulink; проведен синтез системы управления, в ходе которого были настроены параметры системы и выполнено ее компьютерное исследование.

УДК 621.9  
 ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МОДУЛЬ КОММУТАЦИИ ОПТИЧЕСКОГО  
 ИЗЛУЧЕНИЯ НА БАЗЕ ГЕКСАПОДА

Ю. С. ПОТАНИН  
 Научный руководитель А. А. КОБЗЕВ, д-р техн. наук, проф.  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
 «ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
 им. А. Г. и Н. Г. Столетовых»  
 Владимир, Россия

Одним из методов наращивания мощности лазерных комплексов является использование многоканальных систем, состоящих из набора, технологичных унифицированных лазерных излучателей. Достижение высокой эффективности многоканальных лазерных комплексов возможно при суммировании излучения отдельных лазерных модулей на одной общей оси. Эту функцию выполняет модуль оптической коммутации (оптический коммутатор), представляющий собой призму (либо зеркало), дискретно позиционируемую приводом.

Как правило, в таких комплексах используется набор излучателей, представляющий собой плоскую матрицу, либо располагающийся вокруг некоего центра осей. Такая особенность конструкции вкуче с использованием радиальных матриц сведения обуславливает применение привода углового вращения. Концепцией перспективного модуля коммутации излучения является рост скоростных, точностных характеристик вкуче с приобретением принципиально новых возможностей.

В связи с требованием высокой точности и управлением оси направленности в пространстве для данного комплекса целесообразно использовать платформу, помещенную на управляемое основание в виде гексапода. При этом следует обеспечить высокое быстродействие в старт-стопном режиме с высокой частотой и высокой точностью позиционирования. Первое требование выполняется применением малоинерционных электро- или пьезодвигателей и организацией структуры привода вращения. При этом следует использовать нелинейные алгоритмы управления на участках торможения. В прямом тракте программно реализуется управляемая в зависимости от величины угла позиционирования нелинейная характеристика коэффициента усиления. Управление приводами гексапода, на которой размещена платформа с излучателем, должно учитывать и парировать особенности механических передач приводов поступательного вращения: сухое трение, люфт и др.

УДК 621.793.184  
 НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ,  
 ОСАЖДАЕМЫЕ ИЗ ПОТОКОВ СЕПАРИРОВАННОЙ ПЛАЗМЫ

О. И. ГАПАНОВИЧ, А. Г. ЖИЖЧЕНКО  
 Научный руководитель С. Д. ЛАТУШКИНА, канд. техн. наук  
 Государственное научное учреждение  
 «ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАН Беларуси»  
 Минск, Беларусь

Одним из наиболее эффективных путей повышения работоспособности режущего инструмента является нанесение на его рабочие поверхности наноструктурированных защитных покрытий.

Покрытия системы Ti-Al-N осаждались из двух источников сепарированной плазмы вакуумной дуги. Как показали исследования пленок (Ti,Al)N, морфология поверхности покрытий характеризуется микроячеистой структурой и равномерным распределением элементов по толщине. Сохранение элементного состава в покрытии при работе инструмента в реальных условиях (уменьшение толщины в результате износа), обеспечивает стабильность его упрочняющих свойств при длительной работе.

При определении характеристик (табл. 1.) защитных наноструктурированных покрытий установлено, что введение легирующего элемента (алюминия) в покрытия на основе нитрида титана приводит к изменению их физико-механических свойств.

Табл. 1. Структурные и механические характеристики наноструктурированных покрытий

Покрытие	Вес, %		d, нм	L, нм	H, ГПа	коэф. трения
	Ti	легирующий элемент				
TiN	88,2	–	0,429	28	26,5	0,82
(Ti, Al)N	61,81	1,83	0,428	27	44,4	0,58
	56,20	4,57	0,427	28	40,2	0,38
	74,96	6,86	0,425	26	36,4	0,45
	53,44	10,64	0,422	15	33,9	0,54
	51,08	18,22	0,419	14	35,7	0,45
AlN	–	76,8	–	16	19,2	0,8

Увеличение содержания алюминия приводит к уменьшению периода решетки и размера зерна, однако его однозначного влияния на изменение микротвердости формируемых покрытий не установлено. Полученные результаты позволяют определить оптимальные параметры осаждения покрытий с высокой микротвердостью и низким коэффициентом трения.





А. О. НАУМОВ, Л. Л. КОХАН  
Научный руководитель А. О. НАУМОВ, канд. физ.-мат. наук  
Государственное научное учреждение  
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН БЕЛАРУСИ»  
Минск, Беларусь

Первым этапом обработки изображений в оптико-электронных системах (ОЭС) является выделение полезных сигналов объектов на фоне помех, к которым относятся изображения фона и шумов. Изображения объектов занимают лишь малую область в поле кадра. Они могут быть представлены на изображении одним или многими элементами, образуя многоточечный сигнал.

В настоящее время для снижения влияния фона используются неадаптивные линейные и нелинейные фильтры. Они позволяют подавлять постоянную составляющую изображения в пределах апертуры фильтра за счет его дифференцирующих свойств, однако при этом разрушают изображения многоточечных изображений полезных сигналов. Для выделения многоточечных объектов используют вейвлет-фильтры, каждый из которых «настроен» на изображение объекта определенной размерности. Это приводит к необходимости синтеза многоканальных фильтров.

В работе предлагается методика синтеза фильтров, подавляющих не только постоянную, но и линейную составляющую поля изображений и при этом, позволяющих выделять точечные и многоточечные изображения объектов полностью (рис. 1) при условии минимизации дисперсии шумов на выходе. На основе метода оптимизации Лагранжа получены формулы для нахождения параметров таких фильтров. Показано, что увеличение размерности фильтра улучшает качество изображения объекта, однако ухудшает степень подавления фона. При выборе размерности фильтра следует исходить из компромиссных условий, учитывающих особенности конкретной системы.

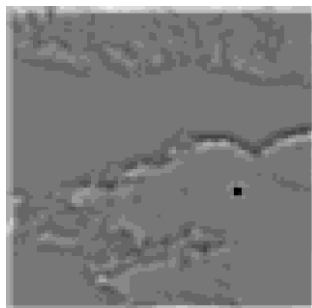


Рис. 1. Пример выделения объекта известной размерности на облачном фоне

Эффективность фильтрации показана на примере выделения изображений объектов на облачном фоне. Использовались реальные изображения в инфракрасном диапазоне, полученные в обзорной оптико-электронной системе.

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

В Республике Беларусь практически отсутствует производство литейных материалов, таких как передельные и литейные чугуны, лигатуры для получения качественных чугунов, ферросплавы и т.д. В то же время в Беларуси заготавливается большое количество стального легированного лома. Из этого лома можно условно выделить три основных вида, экономически выгодных для переработки с целью получения синтетических легированных чугунов. Первый вид – лом групп Б10, Б18 с относительно высоким содержанием хрома до 17 % и низким содержанием никеля до 1 %. Второй вид представлен группой Б26. В основном это лом стали Х18Н9Т. И третий вид – это лом инструментальной стали легированной ванадием, вольфрамом, молибденом.

В Институте технологии металлов НАН Беларуси уже на протяжении 5 лет ведутся работы по созданию материалов, имеющих более высокую износостойкость и более низкую стоимость. Разработаны составы износостойких чугунов марок ИЧХ18ВН, ИЧХ18ВМ с использованием стального легированного лома. Шихта для ИЧХ18ВН, ИЧХ18ВМ состоит из лома группы Б10 или Б18 – 73,4 %; лома группы Б26 – 4–6 %; феррохрома ФХ850 – 10 %; лома легированного Р6М5 – 7–9 % и науглераживателя – 3,6 %. Таким образом, состав шихты на 86,4 % состоит из стального лома и только на 13,6 % из феррохрома и науглераживателя, которые необходимы для увеличения содержания в чугуне хрома и углерода соответственно. Благодаря этому, стоимость шихтовых материалов снизилась на 40 %, при этом износостойкость получаемого чугуна не уступает чугунам из первичных сплавов.

На опытно-экспериментальной базе Института технологии металлов НАН Беларуси при литье быстро изнашиваемых деталей дробильно-размольного оборудования освоено производство синтетических чугунов с применением стального легированного лома. В течение последних 2,5 лет из этих чугунов изготовлено около 70 тонн продукции.

Применение лома при изготовлении деталей позволило успешно конкурировать с другими производителями аналогичной продукции. В 2012 году заключены договора с российскими потребителями на поставку 10 тонн продукции.

УДК 666.223.9

ВЯЗКОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТЕКОЛ  
ДЛЯ СВЕТООТРАЖАЮЩЕЙ ОБОЛОЧКИ  
ЖЕСТКОГО ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА

М. В. ДЯДЕНКО

Научный руководитель И. А. ЛЕВИЦКИЙ, д-р техн. наук, проф.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Стекла для световедущей жилы и светоотражающей оболочки жесткого многожильного оптического волокна должны быть согласованы между собой по числовой апертуре, температурному коэффициенту линейного расширения (ТКЛР) и вязкостным характеристикам.

Для получения качественного оптического волокна необходимо, чтобы температурный интервал изменения вязкости стекол для светоотражающей оболочки  $10^{10}$ – $10^4$  Па·с составлял  $370 \pm 10$  °С.

Стекла для светоотражающей оболочки были синтезированы на основе высококремнеземистых составов систем  $R_2O$ – $B_2O_3$ – $SiO_2$  (где  $R_2O$  –  $K_2O$  и  $Na_2O$ ) при содержании  $SiO_2$  70–80 мол. % и  $B_2O_3$  15–25 мол. %. Установлено, что с ростом содержания оксида щелочного металла, вводимого взамен  $SiO_2$ , происходит закономерное снижение вязкости, значения которой отвечают вышеуказанным требованиям. Определено, что показатели вязкости натрийсодержащих стекол с равной концентрацией оксида щелочного металла на 1–2 порядка ниже, чем калийсодержащих. Различие в данных показателях увеличивается по мере снижения температуры и перехода от жидкого к пластическому состоянию стеклообразного материала.

Определено, что наиболее низкие значения вязкости характерны для стекол, содержащих 7,5–10 мол. %  $K_2O$ , преимущественно в области значений вязкости свыше  $10^6$  Па·с. Установлена неоднозначность влияния  $K_2O$  на вязкостные характеристики опытных стекол. Так стекла, содержащие 15 мол. %  $K_2O$ , характеризуются большим значением градиента вязкости, нежели стекла, содержащие 20 мол. %  $K_2O$ .

Замена  $B_2O_3$  на  $Na_2O$  в исследуемых стеклах вызывает существенное снижение вязкости опытных стекол. Характер влияния оксида щелочного металла определяется соотношением  $Na_2O/B_2O_3$ , что проявляется в области значений выше температуры Литтлтона ( $\lg \eta = 6,6$ ).

Для обеспечения требуемого выработочного интервала стекла, составляющего  $370 \pm 10$  °С при изменении вязкости от  $10^{10}$  до  $10^4$  Па·с, содержание оксидов  $K_2O$  и  $Na_2O$  в составе стекла для светоотражающей оболочки должно составлять 5–10 %.

УДК 681.5

ВВЕДЕНИЕ ЗВЕНА С ПЕРЕМЕННЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ УСИЛЕНИЯ  
В САУ С ПРОГНОЗИРУЮЩЕЙ МОДЕЛЬЮ

Н. Р. ЛИПАТОВ

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

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

им. А. Г. и Н. Г. Столетовых»

Владимир, Россия

Анализ влияния величины внешнего управляющего воздействия на динамические характеристики в САУ с параллельной моделью показывает, что длительность переходного процесса и перерегулирование возрастают с увеличением входного сигнала. Включение в канал дополнительного управления звена с переменным коэффициентом передачи позволяет уменьшить, а иногда и полностью исключить, влияние изменяющегося внешнего воздействия на переходные характеристики. В САУ с зоной нечувствительности без параллельной модели установившаяся динамическая ошибка составляет десятки процентов от установившегося значения, что не соответствует требованиям к точности работы САУ. Введение параллельной модели позволяет устранить эту ошибку. Для улучшения показателей качества САУ с параллельной моделью возможно использование звена с переменным коэффициентом передачи в канале дополнительного управления. Закон функционирования такого динамического корректирующего звена, формирующего эквивалентный коэффициент усиления системы, зависит от величины управляющего воздействия, инерционности системы, требуемого быстродействия и начальных условий. Определяя переменный коэффициент передачи при различных значениях рассогласования для фиксированных моментов времени можно получить зависимость, заданную дискретно с любым шагом. В конечном итоге определится характеристика входа-выхода нелинейного элемента. Для получения требуемых характеристик переходного процесса требуется включить элемент с переменным коэффициентом передачи, как в канал дополнительного управления, так и в параллельную модель. Анализ динамики САУ в режиме реализации гармонических входных показал целесообразность использования звена с переменным коэффициентом передачи в модели и при различной амплитуде задающего воздействия.

А. В. ЛЕКАРЕВА

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

При построении систем управления технологическим оборудованием определяющее значение имеет информация о видах управляющего и возмущающего воздействий. Особенно остро этот вопрос встает, когда выходная регулируемая координата не охвачена главной обратной связью. В этих случаях эффективно построение систем управления с параллельной эталонной моделью. Важным элементом в таких структурах является модуль получения информации о текущих управляющем и возмущающих входных воздействиях и их прогнозирования. При выборе метода прогнозирования функций в динамических системах (алгоритма работы анализатора) требуется получить наилучшее в определенной норме приближение при минимальном числе измеренных значений. При этом основными вопросами являются выбор аппроксимирующего полинома и определение типового вида анализируемой функции. Задача прогнозирования может быть решена с помощью методов интерполирования. Моделирование алгоритма работы прогнозатора проводилось в среде MATLAB. Анализ проведенных расчетов погрешности прогнозирования показал, что степень интерполяционного многочлена Ньютона, существенно влияет на точность экстраполяции при шаге интерполяции, не превышающем 2 % от периода основной гармоник. В этом случае при увеличении порядка многочлена  $n$  на единицу максимальная погрешность снижается 5 раз. С увеличением шага интерполяции влияние степени многочлена на точность прогноза снижается. Наибольшее влияние на точность экстраполяции оказывает величина шага интерполяции.

С. В. ЖЕРНОСЕК

Научный руководитель В. И. ОЛЬШАНСКИЙ, канд. техн. наук, проф.  
Учреждение образования  
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Витебск, Беларусь

Технический текстиль благодаря возможности варьирования своими свойствами получил распространение во многих областях современного производства. На этапе заключительной тепловой обработки текстильных композиционных материалов (ТКМ) происходит управление процессом тепло- и массопереноса. В процессе производства ТКМ наиболее часто применяются кондуктивный, конвективный, радиационный и комбинированный методы сушки. Однако, с точки зрения энергоэффективности и интенсификации, большой интерес представляют такие способы, как СВЧ, вакуумный плазменный, ультразвуковой и др. СВЧ и ВЧ способы сушки позволяют значительно интенсифицировать процесс сушки и увеличить КПД оборудования. Важным преимуществом данного способа сушки является зависимость между поглощаемой энергией материалом и количеством влаги в нем, что обеспечивает саморегулирование процесса. Можно получить как равномерный нагрев всей массы однородного материала в поле высокой частоты, так и избирательное удаление влаги из неоднородного по структуре материала. Однако это часто приводит к необходимости увеличивать однородность материала. Нагрев инфракрасным излучением также повышает интенсивность процесса сушки. К недостаткам ИК способа относится высокая вероятность перегрева материала на заключительной стадии сушки, когда влагосодержание резко снижается и температура резко увеличивается. Для предотвращения перегрева и возгорания ТКМ в инфракрасных сушилках применяют датчики контроля температуры. Интенсификация процесса сушки посредством ультразвуковых колебаний с частотой выше 25 кГц объясняется тем, что при прохождении через влажный материал акустических волн происходит выдавливание жидкости в виде жидкой или парообразной фазы. При этом значительно сокращается температура сушки. Однако применение ультразвуковых колебаний с частотой меньше 25 кГц для ТКМ не эффективно и требует создания дорогостоящих генераторов УЗ колебаний. Вакуумный способ сушки сложен, с точки зрения обеспечения непрерывности процесса. Таким образом, для заключительной отделки ТКМ наиболее подходит способ сушки с применением электромагнитных волн.

УДК 667.613.3:620.197.6

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ  
ЭПОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ

М. В. ЖУРАВЛЕВА, Д. В. ПРИЩЕПЕНКО, М. В. ФИЦНЕР  
Научный руководитель Э. Т. КРУТЬКО, д-р техн. наук, проф.  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

Нанесение лакокрасочных покрытий – один из самых распространённых и надёжных способов защиты металлических поверхностей от коррозии и придания декоративной отделки поверхности.

Электрохимические методы основаны на измерении электрических параметров электрохимических явлений, возникающих в исследуемом растворе. Такое измерение осуществляют с помощью электрохимической ячейки, представляющей собой сосуд с исследуемым раствором, в который помещены электроды. Электрохимические процессы в растворе сопровождаются появлением или изменением разности потенциалов между электродами, или изменением величины тока, проходящего через раствор.

Для оценки защитных свойств и выбора концентрации модификатора в полимерном покрытии, в работе использовано изучение временной зависимости стационарного потенциала системы металл-покрытие в течение 24 часов. Снятие анодных поляризационных кривых в 3 % NaCl проводили с использованием потенциостата ПИ–50–1.1 с программатором, задающим напряжение ПР–8 в трехэлектродной электрохимической ячейке в потенциостатическом режиме, при ступенчатом изменении потенциала через 20 мВ с выдержкой тока и каждом потенциале в течение 1 мин. В качестве объекта исследования использовали углеродистую сталь 08 кп с нанесенным с двух сторон эпоксидным полимерным покрытием. Для повышения защитной способности вводили модификатор при концентрации 0,5–3. У образцов с эпоксидным полимерным покрытием значение стационарного потенциала принимает более электроположительное значение по сравнению с углеродистой сталью. При концентрации вводимого модификатора 1 % значение потенциала наименее электроотрицательное.

Углеродистая сталь 08 кп в 3 % NaCl корродирует со скоростью 0,056 мА/см<sup>2</sup>. Нанесение эпоксидного полимерного покрытия с модификатором уменьшает ток коррозии в 5,4 раза. Введение модификатора в полимерное покрытие позволяет повысить коррозионную стойкость системы, при этом плотность тока коррозии уменьшается, а поляризационные кривые сдвигаются в область меньших токов. На основе экспериментальных данных оптимальной концентрацией модификатора в полимерном эпоксидном покрытии является 1 масс. %.

УДК 681.5

ПОСТРОЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЯ В ПОМЕЩЕНИИ  
В СРЕДЕ MATLAB

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

Качественное освещение всегда имело большое значение для благополучной жизни человека. Свыше 90 % информации человек получает через глаза, путем обработки зрения. По этой причине при проектировании системы освещения важно использовать эффективные методы расчета освещения. Хорошее освещение способно создать удобную обстановку, которая может тонизировать и успокаивать нервную систему, поднимать настроение.

Улучшение освещённости способствует улучшению работоспособности даже в тех случаях, когда процесс труда практически не зависит от зрительного восприятия.

При проектировании зданий и сооружений необходимо учитывать освещённость помещений, в которых будут постоянно пребывать люди. Особенно важна освещённость в детских учреждениях (детских садах и школах), больницах, кабинетах и т.п. Это связано с напряженной зрительной работой, которую будут производить люди в этих помещениях.

Светотехническим расчетом могут быть определены:

- мощность ламп, необходимая для получения заданной освещённости при выбранном типе, расположении и числе светильников;
- число и расположение светильников, необходимых для получения заданной освещённости при выбранном типе светильников и мощности ламп в них;
- расчетная освещённость при известном типе, расположении светильников и мощности ламп в них.

Разработанная программа разбивает заданную площадь сеткой с шагом 0,1 м и в узлах сетки рассчитывает значения освещённости, заполняя ими двумерный массив (для каждого источника света по отдельности). Затем суммирует эти массивы. В «суммарном» массиве находит наибольшее и наименьшее значения освещённости и рассчитывает искомый коэффициент. Для большей наглядности и информативности производится визуализация «суммарного» массива.

Разработана программа в среде MATLAB, которая позволяет моделировать распределение освещения в помещении для определения оптимального расположения источников света в помещениях различного размера и различного назначения при заданной освещённости.

Н. А. КОНОНЫХИНА, Е. И. РЯБОВ

Научный руководитель О. В. ВЕСЕЛОВ, д-р техн. наук, проф.  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. А. Г. и Н. Г. Столетовых»  
Владимир, Россия

Затраты на ремонт и техническое обслуживание электроприводов составляют значительную часть общих эксплуатационных затрат промышленных предприятий. При этом их общая доля в процессе эксплуатации по мере выработки ресурса возрастает. Поэтому особую важность имеют вопросы, связанные с оценкой текущего состояния используемых электроприводов, своевременной диагностики аварийных и предаварийных режимов их работы, оценки остаточного ресурса используемого оборудования.

Для решения проблем оценки состояния и диагностики электроприводов используются разнообразные компьютерные программные комплексы, основанные на различных математических методах. Наиболее удачным методом в данном случае является программная оболочка Matlab с пакетом расширения Neural Network Toolbox.

Чтобы реализовать эффективную интеллектуальную систему поиска неисправностей целесообразно использовать методы искусственного интеллекта (нейронные сети).

Для работы автоматической системы оценки состояния электроприводов необходим набор входных данных (вектор состояния привода) полученный из координат переходной характеристики, который вводится в компьютер и ставится автоматический диагноз.

При постановке задачи для обучения нейросетей исходят из того, что диагностическая система должна выбирать один из предполагаемых диагнозов из заданного набора на основании параметров привода, по которым производится оценка его состояния. В данном случае рассматривается система оценки состояния электроприводов, которая определяет в нормальном, исправном или работоспособном состоянии находятся составные части электропривода.

В нашем случае используется сеть Probabilistic Neural Network одна из разновидностей радиально базисных сетей. Она наиболее точно воспроизводит заданные зависимости и целевые значения в соответствии с входными данными.

А. Н. КАРПОВИЧ

Научный руководитель А. В. БЕЛЫЙ, д-р техн. наук, проф.  
Государственное научное учреждение  
«ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАН Беларуси»  
Минск, Беларусь

Низкоэнергетическая сильноточная ионно-лучевая имплантация азотом является перспективным видом модификации поверхности твердых тел, так как данный метод содержит в себе все преимущества традиционных химико-термических и ионно-лучевых технологий.

Цель исследования – определение влияния температуры и времени низкоэнергетического ионно-лучевого азотирования высокой плотности ионного тока на коррозионную стойкость в 10 % водном растворе NaCl мартенситных сталей с различным содержанием хрома (40X и 40X13).

Двухчасовая ионно-лучевая обработка стали 40X не оказывает существенного влияния на скорость коррозионного растворения в данном растворе [1]. Увеличение времени обработки до трех часов уменьшает скорость коррозионного растворения при температуре 770 К, что связано с более глубоким слоем азотирования, по сравнению с двухчасовой обработкой, и выделением в поверхностном слое стали частиц нитрида  $\gamma'$ -Fe<sub>4</sub>N [2].

Ионно-лучевая обработка стали 40X13 при 670 К замедляет скорость коррозионного растворения по сравнению с необработанным состоянием, что связано с образованием фаз, характеризующихся повышенной стойкостью к коррозионному растворению ( $\alpha''$ -Fe<sub>8</sub>N,  $\alpha_N$ ). Увеличение температуры до 770 К приводит к возрастанию скорости коррозионного растворения после длительной выдержки в растворе из-за снижения содержания хрома в матричной фазе. Увеличение времени обработки также приводит к возрастанию величины коррозионного растворения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белый, А. В. Ионно-лучевая обработка и коррозионная стойкость хромистых сталей / А. В. Белый, В. А. Кукареко, А. Н. Карпович // Современные методы и технологии создания и обработки материалов: VII междунар. науч.-техн. конф. – Минск, 19–21 сентября 2012 г. : сб. материалов в 3-х книгах. – Кн. 2. – С. 134–143.

2. Белый, А. В. Инженерия поверхностей конструкционных материалов концентрированными потоками ионов азота / А. В. Белый, В. А. Кукареко, А. Патеюк – Минск: Белорус. наука, 2007. – 244 с.

Ю. А. КЛИМОШ

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Гидрофобизация поверхности стеновых материалов предохраняет их от разрушения, вызванного воздействием влаги, атмосферных осадков, автомобильного смога, других экологически небезопасных веществ и позволяет продлить долговечность зданий и сооружений, межремонтный период, улучшить комфорт и их эстетичность.

Известна широко применяемая на практике группа гидрофобизаторов на основе растворимых в воде кремнийорганических соединений, различных эмульсий, содержащих аммонийные, алкил- и аминоалкил-группы, силансилоксановые эмульсии и др. Однако они либо неэффективны, либо весьма дороги.

Целью настоящего исследования является получение водного гидрофобизирующего раствора, обеспечивающего упрочнение обрабатываемого керамического стенового материала и формирование гидрофобного, устойчивого к внешним воздействиям паропроницаемого покрытия.

Авторами разработан органоминеральный нетоксичный, пожаробезопасный гидрофобизирующий состав, содержащий силан-силоксановую эмульсию, кальцийцинкборофосфатную связку, алюминий азотнокислый и воду, который может наноситься на поверхность керамического кирпича пульверизацией, окунанием, контактным валиком из расчета 1 л на 3–5 м<sup>2</sup>. На основании определения адсорбционных свойств поверхности установлена оптимальная продолжительность сушки при комнатной температуре, составляющая 7 суток. За счет коагуляции пор материал защищается от проникновения влаги, влияния кладочных цементных растворов, образования высолов на поверхности.

Установлено, что гидрофобизация поверхности позволяет снизить водопоглощение керамического кирпича в 2–3 раза, повысить механическую прочность на 15–20 % и морозостойкость на 5–10 циклов.

По показателям физико-химических свойств и эффективности водоотталкивания разработанный состав конкурентоспособен с импортными аналогами («Wacker», «Dow Corning»), применяемыми в настоящее время, и не содержит импортных и дорогостоящих компонентов. Внедрение осуществлено на ЗАО «Парад» г. Минск. Запланированный выпуск гидрофобизатора составляет: 2011 – 5 т; 2012 – 10 и 2013 – 15 т.

Проанализировав выбор инструмента экспертной системы из статей по данной тематике, можно сделать вывод о том, что наиболее распространёнными являются нейросистемы и нечёткая логика.

В электромеханических системах есть некоторое количество блоков, неисправность одного из которых отобразится на выходной характеристике конкретного электропривода. Задача диагностики заключается в определении неисправного блока по переходному процессу. Проанализировав текущий переходный процесс электропривода необходимо сказать в каком состоянии он находится, на сколько процентов отклонены его параметры от эталонного состояния и что необходимо сделать для устранения неисправности (если таковая имеется).

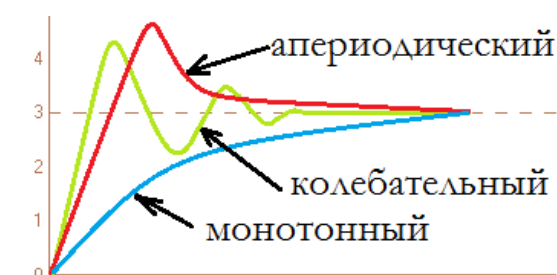


Рис. 2. Виды переходных процессов

Все переходные процессы можно отнести к одному из трёх видов: апериодический, колебательный и монотонный. Кроме вида переходного процесса есть параметры переходного процесса: время нарастания переходного процесса, процент перерегулирования переходного процесса, время запаздывания и другие. Совокупность вида и параметров переходного процесса определяет состояние электромеханической системы. Некоторые состояния могут быть определены одними и теми же параметрами переходного процесса, поэтому необходимо найти такие состояния и ввести определённые фильтры для распознавания, в каком же именно состоянии находится система.

Для более быстрого определения состояния целесообразно распознавать не по конкретным дискретным величинам, а по группе таких величин. Весь переходный процесс необходимо разбить на интервалы, каждый интервал поставить в соответствии с лингвистической переменной – «буквой». Таким образом, определённое состояние будет соответствовать определённому набору «букв». Вся сложность определения буквы состоит в том, чтобы задать некоторую погрешность, которая бы не мешала определению разных состояний электромеханической системы.

После определения состояния системы необходимо выдать результат – как исправить дефект. Поскольку известно в каком состоянии находится электромеханическая система, и в чём состоит дефект, выдаётся сообщение оператору для устранения этого дефекта.

А. Н. КОЛЫГИН

Научный руководитель О. В. ВЕСЕЛОВ, д-р техн. наук, проф.  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. А. Г. и Н. Г. Столетовых»  
Владимир, Россия

В технической диагностике существует проблема принятия решения на основании разнородных выходных характеристик электромеханического устройства. Поскольку проанализировать объект необходимо за короткий промежуток времени, то целесообразно использовать микропроцессорные системы с СППР.

Так как выходных анализируемых параметров большое количество, то из них необходимо выбрать параметр, несущий максимальный объём информации о процессе, протекающем в том или ином функциональном блоке контролируемой системы. Этот параметр может претерпевать существенные изменения во времени, зависеть от многих составляющих (имеют сложную структуру) и являются в большинстве случаев нелинейно-параметрическим.

Из источников известно, что наиболее полным (с точки зрения информационной ёмкости) являются флуктуации напряжений, питающих элементы системы, и токов, протекающих в них. В них приводится подтверждение сказанного, рассматривая обобщённую математическую модель асинхронного двигателя.

Если провести анализ статей по данной тематике, действительно, можно убедиться, что большинство авторов используют именно электрический вид сигнала в качестве анализируемого параметра (рис. 1).

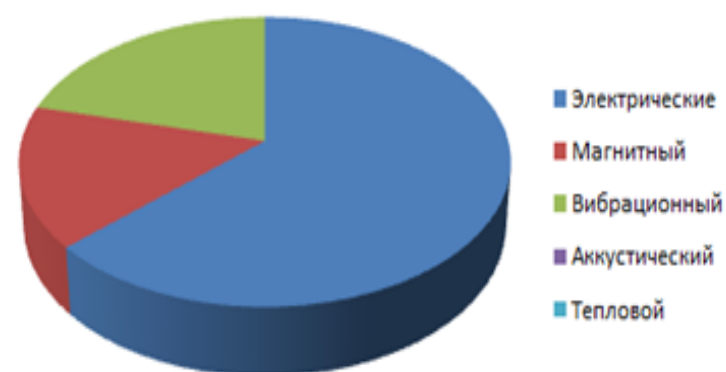


Рис. 1. Вид анализируемого сигнала

В. Л. КОВЕЛЬ

Научный руководитель Р. Ю. ПОПОВ, канд. техн. наук  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

Открытие самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) коренным образом расширило ранее существовавшие представления о горении. Открылись и новые практические применения горения для синтеза новых материалов. В машиностроении это абразивы, твердые сплавы и инструментальные материалы; в металлургии – огнеупорные составы и ферросплавы; в электротехнике – высокотемпературные керамические материалы; в медицине – новый класс имплантатов на основе сплавов, проявляющих так называемый эффект памяти формы. В отличие от традиционных процессов спекания тугоплавких материалов в печах различных конструкций процессы СВС происходят за малое время, требуют существенно меньших затрат энергии, отличаются практически безотходностью производства, высокими экологическими характеристиками. Это следует из факта почти полного протекания реакций, начиная от исходных компонентов и до конечных продуктов синтеза в конденсированной фазе без выделения вредных, химически токсичных газообразных продуктов реакции. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез – это разновидность горения, в котором образуются ценные в практическом отношении твердые вещества (материалы).

Целью исследований являлась разработка составов и технологии получения огнеупорных покрытий для защиты конструктивных элементов печей обжига на основе систем:  $MgO-Al-SiO_2$ ;  $MgO-Al-MgCO_3$ ;  $Al-MgCO_3$ ;  $Al-CaCO_3$ , а также  $Al-MgCO_3 \cdot CaCO_3$ .

Для приготовления масс использовались следующие сырьевые материалы: алюминиевая пудра марки ПАП-1 или ПАП-2, кварцевый песок Гомельского ГОКа, оксид магния, мука доломитовая месторождения «Руба»), магнезит Саткинский и мел Волковыский. Проведенные исследования свидетельствуют о том, что наилучшими показателями характеризовались составы, включающие алюминиевую пудру, кварцевый песок, оксид магния. Результаты рентгенофазового анализа свидетельствуют о наличии таких кристаллических фаз, как шпинель, форстерит,  $\alpha$ -кварц, кремний, а также периклаз, причем последний встречается во всех синтезированных материалах, исключая оптимальный состав, ухудшая эксплуатационные характеристики покрытия. Образцы оптимального состава характеризовались следующими показателями: скорость прохождения СВС-синтеза – 1,93 мм/с; прочность при изгибе – 19,2 МПа; водопоглощение – 12,95 %; кажущаяся плотность – 1760 кг/м<sup>3</sup>; открытая пористость – 22,79 %; ТКЛР –  $5,28 \cdot 10^{-6} K^{-1}$ .

С. Ю. КОТОВ

Научный руководитель Г. Я. БЕЛЯЕВ, канд. техн. наук, проф.  
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

Уменьшение износа трущихся поверхностей – актуальная проблема современной техники. Одним из перспективных методов решения этого вопроса является нанесение износостойких трибологических покрытий, позволяющих не только уменьшить величину износа, но и улучшить другие технико-экономические показатели (КПД, себестоимость, понижение уровня шума и др.).

В результате проведенных исследований было выявлено влияние PVD-покрытий на триботехнические характеристики поверхностей из стали ШХ15 при трении по схеме «палец – диск», результаты которых представлены на (рис. 1, 2).

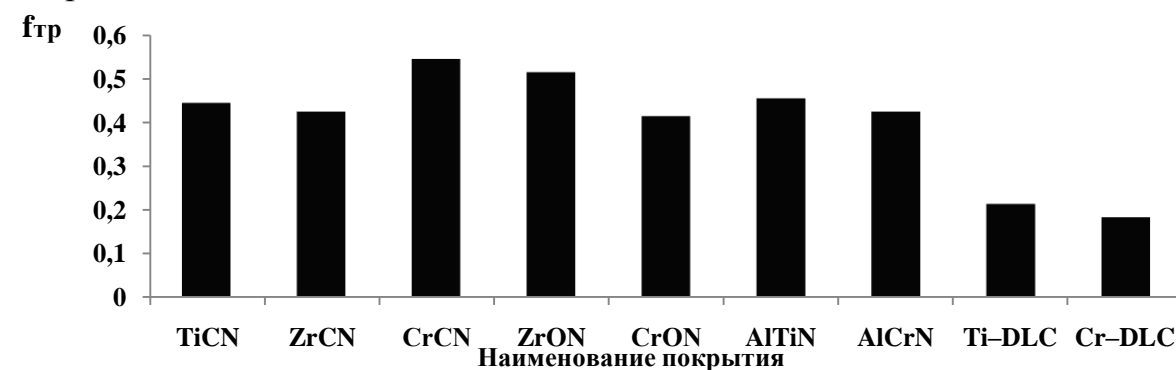


Рис. 1. Значения коэффициентов трения скольжения в парах трения «PVD-покрытие – сталь ШХ15»

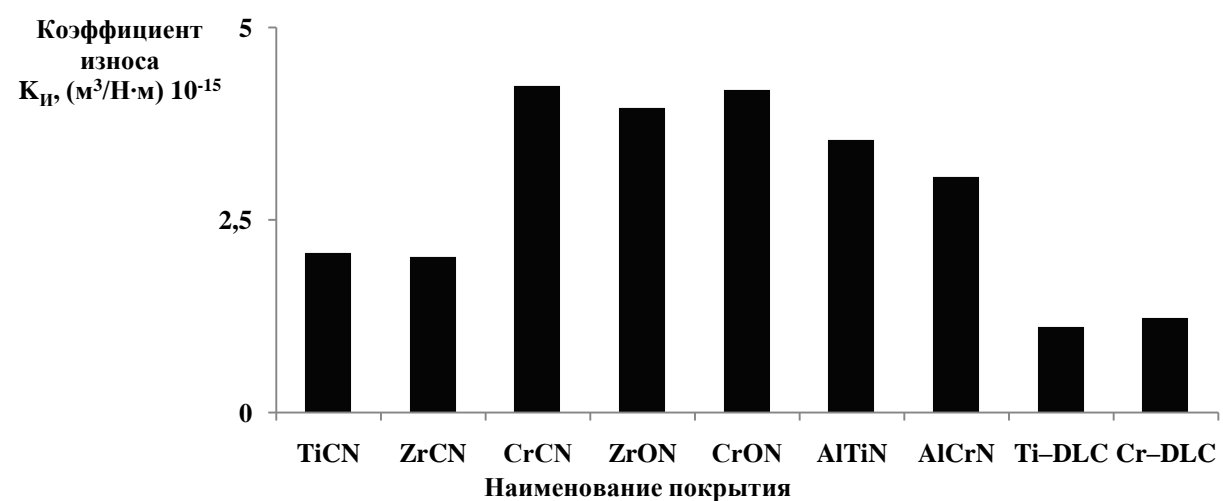


Рис. 2. Значения объемного коэффициент износа PVD-покрытий

О. А. КАПИТОНОВ

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

В настоящее время иностранными фирмами выпускаются электроприводы в электромехатронном исполнении в очень ограниченных количествах. В качестве электронного модуля в таких электроприводах используются преобразователи частоты. Такое техническое решение приводит к значительному увеличению стоимости электропривода по сравнению с нерегулируемым асинхронным электродвигателем, требует снижения мощности, снимаемой с вала электродвигателя для обеспечения приемлемого для преобразователя частоты температурного режима, из-за невозможности встраивания фильтра в ограниченный объем электронного модуля приводит к загрязнению питающей сети высшими гармониками.

Предлагаемая конструкция электропривода в электромехатронном исполнении лишена приведенных выше недостатков. Использование в качестве электронного модуля тиристорного регулятора напряжения приводит к повышению КПД электропривода при работе в номинальном режиме по сравнению с системой ПЧ-АД, что в сочетании с улучшенными тепловентиляционными характеристиками электродвигателя ДАС дает возможность обеспечить приемлемый для электронного модуля тепловой режим без снижения снимаемой с электродвигателя мощности. Использование фазового способа регулирования напряжения уменьшает негативное влияние на питающую сеть и позволяет обойтись без сетевого фильтра. Исследовательская работа включает в себя: исследование электромагнитных процессов в электронном модуле, электродвигателе ДАС и энергетических характеристик разрабатываемой системы электропривода; исследование электромагнитной совместимости разрабатываемой системы с сетью, а также влияния электромагнитных процессов в электродвигателе на работу электронного модуля; исследование влияния выделяемого электродвигателем тепла на работу электронного модуля. Также в ходе исследований проверяется следующая гипотеза: система электропривода «регулятор напряжения – электродвигатель специальной конструкции» обладает лучшими энергетическими характеристиками, электромагнитной совместимостью и функциональными возможностями, чем известная система «регулятор напряжения – стандартный асинхронный электродвигатель».



УДК 62-83:37  
О ВИРТУАЛЬНОМ СТЕНДОВОМ ЛАБОРАТОРНОМ ОБОРУДОВАНИИ  
ДЛЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

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

Усложнение требований производства, повышение требований к качеству подготовки будущих инженеров электротехнических специальностей побуждает к разработке новой формы организации учебной деятельности с применением, так называемых виртуальных стендовых лабораторных работ. Слово «виртуальный» подразумевает проведение студентами в рамках очной, заочной и дистанционной форм обучения лабораторных работ с особенностью управления автоматизированными процессами в виртуальном пространстве в режиме «on-line».

Техническая реализация виртуального стендового оборудования может базироваться на применении виртуальных измерительных приборов, осциллографов и устройств, может представлять собой программу, предназначенную для решения определенного круга задач, связанных с управлением роботом. Компьютеризованная версия стендового оборудования имеет возможность натурального моделирования электрических сетей переменного и постоянного токов, нагрузок, основных схем неуправляемых и управляемых выпрямителей и иное. Устройства релейной защиты и автоматики реализовываются на ПК, имеют вид виртуальных перепрограммируемых контроллеров, которые через плату ввода-вывода получают сигналы измерений и формируют управляющие воздействия. Возможна разработка комплексов для программной симуляции моделей сложных мехатронных систем в трехмерной среде и управлением роботами в различных условиях, по сети Интернет, в том числе с участием людей. Написанные приложения работают с имитирующей действия реального робота виртуальной моделью, что позволяет студентам, имеющим и не имеющим доступа к реальной установке, проверить правильность своих действий на трехмерной модели робота. Студенты имеют больше времени для отладки своей программы и тем самым разгружают лабораторные стенды.

Виртуальное лабораторное стендовое оборудование должно удовлетворять совокупности функциональных возможностей и технических характеристик, отвечать требованиям современного уровня науки и техники, а техническая их основа реализовываться на стандартных промышленных устройствах и системах. Это создает предпосылки для унификации технических средств лабораторного стендового оборудования для многих учебных дисциплин, способствует сокращению сроков получения конечных результатов и упрощению обслуживания и развития. Функции программного обеспечения и состав аппаратных средств лабораторий должны быть ориентированы на передовые технологии, применяемые как в научных исследованиях, так и в промышленности.

УДК 621.7/9.048.7  
ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОДНОЭЛЕМЕНТНЫХ  
PVD-ПОКРЫТИЙ

С. Ю. КОТОВ  
Научный руководитель Г. Я. БЕЛЯЕВ, канд. техн. наук, проф.  
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

Актуальной проблемой современной техники является увеличение ее долговечности путем уменьшения износа деталей. Определяющее влияние на долговечность узлов трения оказывает состояние поверхностного слоя его деталей. Самым перспективным методом повышения характеристик поверхностного слоя является нанесение износостойких трибологических покрытий.

В результате проведенных исследований было выявлено влияние одноэлементных PVD-покрытий на триботехнические характеристики поверхностей из стали ШХ15 при трении по схеме «палец – диск», результаты которых представлены на (рис. 1, 2).

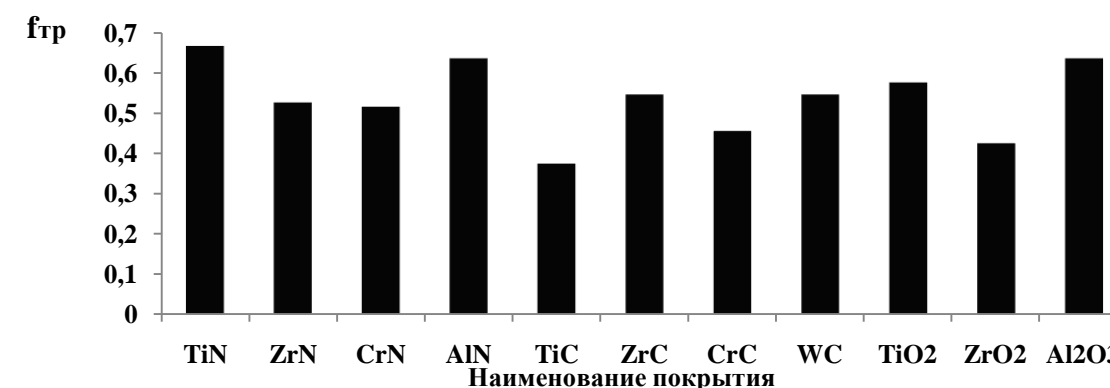


Рис. 1. Значения коэффициентов трения скольжения в парах трения «PVD-покрытие – сталь ШХ15»

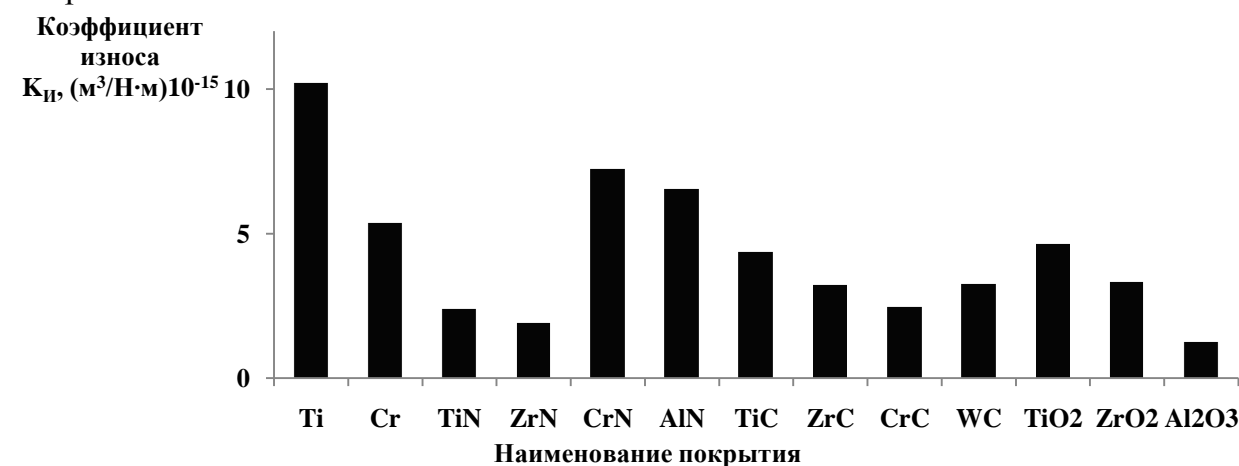


Рис. 2. Значения объемного коэффициента износа PVD-покрытий

О. А. ЛАСКОВЕЦ  
Научный руководитель Р. Ю. ПОПОВ, канд. техн. наук  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

Из многообразия материалов, используемых для футеровки элементов тепловых агрегатов, наиболее распространенными являются алюмосиликатные. Причиной такой популярности может являться простота их производства, относительно низкие температуры синтеза, а также распространенность сырья для их производства. Все эти перечисленные достоинства позволяют значительно снизить себестоимость конечного продукта, а также повысить производительность труда. Кроме того, сырьевые материалы, применяемые для производства изделий, позволяют получать их различными способами – от пластического до полусухого, что может являться положительным фактором при налаживании их выпуска на керамических предприятиях.

Целью работы является получение тугоплавких керамических материалов с высокими эксплуатационными характеристиками для футеровки печных вагонеток, применяемых при обжиге кирпича, включающих в состав глины белорусских месторождений.

В качестве сырьевых материалов для подготовки масс были использованы следующие компоненты: шамот алюмосиликатный, глина «Керамик-Веско» (Украина), глина «Осетки» (РБ), глина «Боровичская» (Россия).

Для улучшения термомеханических свойств в состав композиций вводились различные добавки: жидкое стекло, борная кислота и алюмофосфатная связка. Образцы готовились двумя классическими способами – пластическим формованием и полусухим прессованием.

Результаты рентгенофазовых исследований образцов позволили определить наличие в образцах таких кристаллических фаз, как гематит,  $\alpha$ -кварц, анортит и муллит.

На основании проведенного комплекса исследований определен оптимальный состав, наиболее удовлетворяющий поставленным задачам и целям на основе композиции глин «Осетки» и «Боровичи», а также алюмосиликатного шамота, наилучшей связующей добавкой была признана борная кислота.

Образцы, обожженные при температуре 1100 °С, характеризуются следующими показателями: механическая прочность при сжатии 22,91 МПа, водопоглощение – 4,9 %, кажущаяся плотность 2180 кг/м<sup>3</sup>, открытая пористость – 13,1 %. Термический коэффициент линейного расширения составляет  $4,52 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

К. А. ДЕМИДЕНКОВ, И. И. МЕЛЬНИКОВ  
Научный руководитель И. А. ЕВСЕЕНКО, канд. техн. наук, доц.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Сегодня системы видеонаблюдения находят все более широкое применение во многих областях: охранное наблюдение, контроль производственных процессов и т.п. Однако в некоторых областях возможности таких систем используется не достаточно полно. Так, системы видеонаблюдения на транспорте используется, главным образом, для мониторинга и видеофиксации внештатных ситуаций, хотя их можно было бы использовать и для автоматизированного сбора и анализа данных о характеристиках транспортного потока и его составе, что позволит по некоторым оценкам заметно повысить эффективность дорожного движения. Это связано с тем, что обнаружение и отслеживание движущихся объектов на видеоизображении имеет большую вычислительную сложность. Достаточно эффективные алгоритмы обработки видеоизображения и распознавания образов являются весьма ресурсоемкими.

Обеспечение быстродействия, необходимого для отслеживания большого количества движущихся объектов в реальном времени, может быть достигнуто благодаря современному типу цифровых камер, IP-камер, которые в отличие от аналоговых не требуют двойного преобразования сигнала из цифрового в аналоговый и обратно, и современным технологиям параллельных вычислений, в частности OpenCL и CUDA, позволяющим задействовать возможности графических процессоров. Это позволит разработать автоматизированную систему определения плотности транспортного потока и его состава, позволяющую оперативно собирать информацию о дорожно-транспортной обстановке и реагировать на любые ее изменения (менять режимы работы светофоров, менять направления движения по полосам и т.п.), что является актуальной проблемой для государственной автомобильной инспекции Республики Беларусь. Более того, данная система не будет требовать дорогостоящего оборудования и других транспортных детекторов, кроме видеокамер.

Также на базе модифицированных алгоритмов, которые найдут свое применение в разрабатываемой системе, возможно построение и иных эффективных систем, требующих непрерывного мониторинга для обнаружения и отслеживания движущихся объектов.

УДК 62-83  
К ВОПРОСУ ОБ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ПОЛУЧЕНИИ АМПЛИТУДНО- И ФАЗОЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕМЕНТОВ С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ УПРУГОСТЬЮ

В. Т. ВИШНЕРЕВСКИЙ

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

Улучшение таких характеристик электропривода, как производительность и энергетическая эффективность, требует совершенствования систем управления электроприводами. Одной из целей проводимых в настоящее время исследований является повышение производительности работы шахтных грузоподъемных установок за счет максимального сокращения времени разгона и торможения электропривода. Характерной особенностью указанных установок являются упругие свойства подвесных канатов. В связи с необходимостью устранения колебательных явлений и повышением требований к производительности система управления электроприводом должна формировать наиболее оптимальное управляющее воздействие.

Для синтеза систем управления электроприводами требуется адекватное и подтвержденное математическое описание объекта управления. Для подтверждения существующего математического описания предназначена лабораторная установка, которая позволяет получать логарифмические амплитудно- и фазочастотные характеристики передаточных функций исследуемых элементов с распределенной упругостью от усилия к скорости.

Для получения требуемых характеристик созданы микропроцессорные системы, осуществляющие подсчет импульсов, поступающих с энкодеров, которые используются для определения скорости колебаний различных точек исследуемого элемента с распределенной упругостью. Также осуществляется определение направления вращения датчиков скорости и формирование двухполярного выходного сигнала для визуализации процесса с помощью осциллографа. В будущем планируется создание системы сбора данных для получения мгновенных значений нескольких координат электромеханической системы и построения графиков зависимостей измеряемых координат от времени с помощью ЭВМ.

Проводимые исследования имеют особое значение для анализа частотных свойств объектов управления электроприводов и синтеза систем управления, в том числе с использованием наблюдателей состояния.

УДК 621.762  
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ РАСПЛАВА И ВРЕМЕНИ ЛЕГИРОВАНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ХРОМОВЫХ БРОНЗ

И. А. ЛОЗИКОВ

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

Независимо от типа плавильных агрегатов и технологической схемы производства наиболее важными параметрами, определяющими качество и стоимость получаемых бронз, являются температура расплава и время его выдержки для усвоения легирующих элементов.

В данной работе исследовалось влияние указанных факторов на фазовый состав, структуру и свойства литых бронз, получаемых с применением механически легированной лигатуры.

Установлено, что процесс выплавки хромовых бронз любым классическим способом является высокотемпературным и достаточно длительным. Но при применении механически легированной лигатуры продолжительность плавки уменьшается в 2–4 раза, а температуру медной основы перед ее введением можно снизить на 100–150 °С.

Выплавленные хромовая и хромоциркониевая бронзы отличаются высокой плотностью, отсутствием пор и микровключений. Структура материалов относится к микрокристаллическому типу с размером зерен 2–4 мкм. Легирующие элементы равномерно распределены в основе, образуя  $\alpha$ -твердый раствор. Отдельные включения Cr и Zr не выявляются.

Полученные сплавы после соответствующей термической обработки обладают высоким комплексом физико-механических свойств: твердость составляет 140–160 НВ, прочность 400–500 МПа при электропроводности не менее 80 % от электропроводности чистой меди. Достаточно высоки свойства пластичности.

И. А. ЛОЗИКОВ

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

Особенностью производства хромовых бронз является необходимость применения в качестве шихты отдельно подготовленных двойных или более сложных (комплексных) лигатур для надежного воспроизведения заданного состава сплава. Обычно их производят вакуумной плавкой и поэтому не требуется дорогостоящего специализированного оборудования; высоких температур и продолжительности процесса плавки; больших затрат электроэнергии. Упростить технологию производства подобных сплавов позволяет метод механического легирования.

Цель данной работы заключалась в исследовании влияния способов компактирования механически легированных лигатур, с последующим введением их в расплав, на структуру и свойства литых бронз.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

- наиболее оптимальным вариантом компактирования является горячее выдавливание – экструзия;
- метод механического легирования позволяет получить высококонцентрированную хромовую и хромоциркониевую лигатуру без применения специального энергоемкого и высокотемпературного оборудования;
- выплавленные бронзы содержат не менее 0,5–0,6% Cr и по основным физико-механическим свойствам не уступают аналогичным сплавам, полученным по классической технологии.

АБУ МАХВУЗ АХМАД

Научный руководитель А. А. КОБЗЕВ, д-р техн. наук, проф.  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. А. Г. и Н. Г. Столетовых»  
Владимир, Россия

Работа посвящена повышению точности многокоординатных систем парированием возмущений на основе использования положений третьей и четвертой форм инвариантности. Принцип управления состоит в следующем. Производится ранжирование контуров. Формируется дополнительная составляющая в первом контуре. Далее в нем, выделяется моментная ошибка, и вводится в виде дополнительной составляющей в управляющее воздействие привода второй координаты. Аналогичная коррекция со второго на третий контур.

Формирование дополнительного управления зависит от закона изменения возмущения и является интегральной квадратичной функцией соответствующей составляющей моментной ошибки (статической  $\delta_{MC}$ , кинетической  $\delta_{МК}$ , динамической  $\delta_{МД}$ ) [1]. Здесь возможны два вида алгоритмов. Первый предусматривает коррекцию управляющего для приводов воздействия на стадии его. При этом дополнительное управление  $\Delta g(t)$  будет:

$$g(t)=g_I=\text{const}: \Delta g_0 = v_0 \int_0^{t_i} \delta_{MC}(t) g_1 dt; \quad g(t)=V_I(t); V_I=\text{const}: \Delta g_1 = v_0 \int_0^{t_i} \delta_{МК}(t) V_1 dt;$$
$$g(t) = \frac{\varepsilon_1 t^2}{2}; \varepsilon_1 = \text{const}: \Delta g_2 = v_2 \int_0^{t_k} \delta_{МД}(t) \varepsilon_1 dt.$$

Второй вариант предусматривает формирование дополнительной составляющей в координате задания, тогда имеем

$$\Delta g_0 = v_0 \int_0^{t_i} \delta_{MC}(t) g_1 dt; \quad \Delta g_1^* = v_1^* \int_0^{t_j} \int_0^{t_j} \delta_{МК}(t) (dt)^2; \quad \Delta g_2^* = v_2^* \int_0^{t_k} \int_0^{t_k} \int_0^{t_k} \delta_{МД}(t) (dt)^3.$$

Рассматриваются также эти алгоритмы для дискретных САУ и результаты моделирования трехкоординатной системы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кобзев, А. А. Адаптация управляющего воздействия в приводах сборочно-го работа / А. А. Кобзев // Изв. ВУЗов. Электромеханика. – 1991. – № 12. – С. 73–79.

УДК 614.841  
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЫМООБРАЗУЮЩЕЙ  
СПОСОБНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А. В. СУРИКОВ

Научный руководитель Н. С. ЛЕШЕНЮК, д-р физ.-мат. наук, проф.  
Государственное учреждение образования  
«ИНСТИТУТ ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ»  
МЧС Республики Беларусь  
пос. Светлая Роща, Беларусь

В работах [1, 2] показано, что на значение дымообразующей способности материалов (далее  $D_m$ ) оказывают влияние геометрические параметры образцов и время их горения. Установлено, что только лишь изменение площади образца при одинаковой начальной массе и фиксированном тепловом потоке позволило изменить значение  $D_m$  более чем на 50 %, что делает возможным отнесения материала к различным группам по дымообразующей способности. Также отмечено, что один и тот же материал при фиксированной площади экспонируемой поверхности, но различный по толщине, будет иметь различную  $D_m$ , что отражает особенности его эксплуатации и поведения в условиях пожара. Уменьшение  $D_m$ , при увеличении толщины материала, связано с уменьшением скорости разложения материала и изменением продуктов разложения. Это объясняется тем, что увеличение толщины материала ведет к увеличению теплопотерь от поверхностного слоя вглубь, а это – к уменьшению плотности дыма. Недостатком действующей методики [3] является рассмотрение только начальной массы образца, что делает возможным проведение объективной оценки дымообразующей способности только при полном сгорании образца. Предлагается осуществлять контроль массы сгоревшего материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Трушкин, Д. В.** Проблемы определения дымообразующей способности строительных материалов / Д. В. Трушкин, И. М. Аксенов // Пожаровзрывобезопасность. – 2002. – № 1. – С. 29–37.
2. Влияние физических факторов на оптические характеристики дыма / Л. К. Исаева [и др.] // Организация тактики и техника тушения пожаров на объектах народного хозяйства: сб. науч. тр. М.: ВИПТШ МВД СССР, 1988. – С. 67–71.
3. **ГОСТ 12.1.044 ССБТ.** Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – С. 74–76.

УДК 621.9.048  
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО  
ШЛИФОВАНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ УПРОЧНЯЮЩИХ ПОКРЫТИЙ

Ю. П. НЕРОДА

Научный руководитель М. В. НЕРОДА, канд. техн. наук, доц.  
Учреждение образования  
«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Барановичи, Беларусь

Среди традиционных способов упрочнения наибольшее распространение получили газотермические методы нанесения упрочняющих покрытий и методы наплавки. Для формирования покрытий используются материалы, содержащие соединения никеля, хрома, а также сормаита, которые характеризуются высокими физико-механическими свойствами (твердостью, вязкостью), что затрудняет их последующую механическую обработку.

Перспективным способом обработки таких покрытий является метод магнитно-электрического шлифования (МЭШ), использующий в зоне обработки электрическую и магнитную энергии [1].

Технология МЭШ была реализована на модернизированном универсально-заточном станке 3Е642Е с помощью разработанных приспособлений (магнитная система 3Е642Е-МС-СБ; щеточно-коллекторный узел НГФ-100-ЩКУ-00-СБ; приспособление для закрепления опытных образцов 3Е642Е-ПР.ПЛ.-00-СБ) на Барановичском станкостроительном заводе ЗАО «Атлант».

Обработку деталей «Упор направляющей ленточной пилы» с поверхностями восстановленными газотермическим напылением порошковым материалом ПГ-СР4 проводили по разработанному технологическому процессу МЭШ (№ТП Т2510.00.00) с рассчитанными оптимальными режимами резания.

В результате внедрения в технологический процесс изготовления детали «Упор направляющей ленточной пилы» операции МЭШ производительность обработки увеличилась в 1,5 раза; затраты на заработную плату уменьшились в 3 раза; затраты на выполнение операции в 2 раза. Количество комплектов деталей «Упор направляющей ленточной пилы» составляет 1600 штук. В комплекте находится 4 детали.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Спиридонов, Н. В.** Особенности магнитно-электрического шлифования газотермических покрытий / Н. В. Спиридонов, М. В. Нерода // Вестн. БНТУ. – 2007. – № 4. – С. 31–34.

УДК 621.77: 621.9.048  
ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ПРИ ВОЛОЧЕНИИ  
КОМПОЗИЦИОННОЙ ПРОВОЛОКИ Cu-Ag

В. Ю. НОВИКОВ  
Научный руководитель В. В. РУБАНИК, д-р техн. наук, проф.  
Государственное научное учреждение  
«ИНСТИТУТ ТЕХНИЧЕСКОЙ АКУСТИКИ НАН Беларуси»  
Витебск, Беларусь

Использование различных физических воздействий позволяет в значительной мере интенсифицировать технологические процессы получения и обработки материалов и в большинстве случаев получать результаты, недостижимые при традиционной технологии. К числу таких воздействий, дающих наибольший эффект, относятся концентрированные потоки энергии, в частности ультразвуковые колебания.

Целью работы является решение научной и технической задачи создания технологии и оборудования для процесса многократного волочения композиционной проволоки Cu-Ag медицинского назначения с использованием высокоэнергетического ультразвукового воздействия.

Разработанная технология изготовления композиционной проволоки заключается в следующем: в медную трубку (М1 3,0x0,7 ГОСТ 11383-2006) вставляют отожженный серебряный прут диаметром 0,4 мм, полученный прокаткой и волочением. Обжимают конец собранного каркаса композиционной проволоки и проводят осаждение оболочки на сердечник за один проход до диаметра 1,5 мм. Затем производят волочение композиционной проволоки до диаметра 0,8 мм, в результате которого происходит деформация как оболочки, так и сердечника. Ввод ультразвуковых колебаний в очаг деформации позволил провести осаждение оболочки на сердечник без пережимов, а также вести дальнейшее волочение с большими обжатиями и увеличить количество переходов между промежуточными отжигами для снятия наклепа. Отжиг проволоки проводили при температуре 600 °С в проходной печи. После отжига проволоку с диаметра 0,8 мм протягивали до диаметра 0,4 мм, с последующим диффузионным отжигом при температуре 700 °С. Диффузионный отжиг проводили один раз, т.к. в конечном продукте необходим небольшой слой переменного состава на границе оболочка-сердечник. После отжига проволока калибруется до диаметра 0,35 мм и обрабатывается медицинскими растворами для консервации.

Разработанная технология получения композиционной проволоки Cu-Ag медицинского назначения с заданными физико-механическими свойствами внедрена в ЗАО «Медицинское предприятие «Симург»».

УДК 624.01/04  
О НЕОБХОДИМОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА РАБОТ  
ПО ТЕРМОРЕНОВАЦИИ ЗДАНИЙ

Д. С. СТЕПАНЦОВ, А. М. СТЕПАНЦОВА  
Научный руководитель А. А. ВАСИЛЬЕВ, канд. техн. наук, доц.  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»  
Гомель, Беларусь

НИЛ «Строительные конструкции, основания и фундаменты» им. д-ра техн. наук, проф. И. А. Кудрявцева в 2011 году было выполнено обследование ограждающих конструкций здания станции обезжелезивания водозабора «Сож» в г. Гомеле, в котором в 2007 году была произведена полная замена кровли. Помещения данного здания отличаются повышенными требованиями к температурно-влажностному режиму (температура постоянно контролируется и поддерживается в очень узких рамках, влажность воздуха очень высокая). Замена кровли обеспечила соответствие теплотехнических характеристик покрытия современным нормативным требованиям, однако, грубые ошибки и недоработки при проектировании, строительстве и эксплуатации здания повлекли за собой ряд значительных проблем.

При выяснении причин появления влаги на ограждающих конструкциях установлено следующее: замена кровли в 2007 году производилась в осенне-зимний период без необходимых мероприятий по просушиванию утеплителя. Таким образом, после укладки кровельного ковра утеплитель находился в увлажненном состоянии. Количество аэраторов, установленных для просушивания утеплителя, было значительно меньше необходимого согласно СНБ 5.08.01-2000 «Кровли. Технические требования и правила приемки». В процессе эксплуатации здания для просушивания утеплителя были пробиты сквозные отверстия на всю толщину покрытия (от плит покрытия до гидроизоляционного ковра включительно), а по верхней поверхности гидроизоляционного ковра выполнены латки.

Именно совокупность этих факторов и стала причиной увлажнения конструкций здания, а механизм увлажнения заключался в следующем: в осенне-зимний период, при температуре внутреннего воздуха выше температуры наружного, теплый влажный воздух через отверстия в плитах покрытия и пароизоляции проникает в утеплитель. Так как по верхней поверхности гидроизоляционного ковра выполнены латки, то воздух не имеет выхода наружу, а, следовательно, влага конденсируется в толще утеплителя и замерзает в нем. В весенне-летний период, когда температура наружного воздуха выше температуры внутреннего, происходит оттаивание скопившегося льда в толще утеплителя. Образовавшаяся влага через отверстия в пароизоляции и плитах покрытия, вместе с потоками теплого воздуха проникает внутрь и происходит увлажнение стен и плит покрытия, аналогичная картина наблюдается в летний период с конденсационной влагой.

По результатам обследования эксплуатирующей организации рекомендовано выполнить установку дополнительных аэраторов для просушивания утеплителя, заделку отверстий, восстановление гидро- и пароизоляции, удаление биоповреждений с поверхностей плит покрытия и стен.

УДК 691.5:666.96  
ДЕКОРАТИВНАЯ ШТУКАТУРКА НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ОТХОДОВ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

М. А. СЛАВИНСКАЯ

Научные руководители: С. Д. СЕМЕНЮК, д-р техн. наук, доц.;

Р. П. СЕМЕНЮК

Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

В последнее время все больше внимания уделяется вопросу создания строительных материалов с использованием вторичных материальных ресурсов, что позволило бы в значительной степени обеспечить ресурсосбережение в строительной отрасли.

Декоративная штукатурка на основе вторичного сырья текстильной промышленности представляет собой композицию наполнителя и вяжущего вещества. В качестве наполнителя использованы текстильные и растительные волокна. Состав представляет собой экологически чистый материал, так как в качестве основного компонента использованы хлопковые волокна. Полученные свойства материала: высокая тепло- и звукоизоляция, высокая воздухопроницаемость. Одним из способов уменьшения стоимости готовой продукции является снижение величины расхода готовой смеси на 1 м<sup>2</sup> площади поверхности конструкции путем получения волокон определенной фракции на экспериментальной дробилке. Предлагаемый материал в 1,7...5,8 раза дешевле зарубежных аналогов (табл. 1).

Табл. 1. Сравнительный анализ импортной и разработанной декоративной штукатурки

		Название фирмы	Цена за 1 м <sup>2</sup> , тыс.р.
Страна производитель:	Франция	Сенидеко	64
		Котекс	188
	Турция	Силкоат	95
		Бэйромикс	55
	Япония	Волана	179
Россия	Касавага	66	
Разработанный состав материала			32

Таким образом, разработанная декоративная штукатурка позволяет обеспечить не только ресурсосбережение в строительной отрасли, но и импортозамещение.

УДК 677.024  
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КООРДИНАТ ПЫЛЕВОГО ОБЛАКА  
ПРИ НАНЕСЕНИИ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ НА ПОДЛОЖКУ

В. В. ПАРМАНЧУК

Научный руководитель В. И. ОЛЬШАНСКИЙ, канд. техн. наук, проф.

Учреждение образования

«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ»

Витебск, Беларусь

Способ разделения частиц основан на различии в массе и аэродинамических свойствах частиц и примесей. Аэродинамические свойства мелкодисперсных частиц и примесей характеризуются сопротивлением, которое оказывает их движению воздух.

В фундаментальных работах по механике таких сред дано математическое описание этого взаимодействия для ряда практических задач с несущей сплошной средой и с перемещаемой или неподвижной дискретной средой. В качестве математической модели для описания пылевого облака принимается модель сплошной среды, состоящей из мелкодисперсных частиц. Учитываются силы, действующие на частицы со стороны воздуха, размер мелкодисперсных частиц и количества движения частиц при столкновениях с подложкой. Предполагается, что в таких столкновениях на подложке оседает масса мелкодисперсных частиц, благодаря нанесенному клеевому составу, пылевому потоку и коэффициенту захвата частиц  $K_p$ . При столкновениях с подложкой частицы полностью теряют свое движение.

Экспериментальный статистический ряд графически оформляется в качестве гистограммы. Вид гистограммы позволяет предположить, что распределение частиц волокнистой пыли подчиняется закону распределения Релея. На базе теоретических исследований определены численные значения параметров распределения Релея: мат. ожидание  $m_x = 1,1$  мм, дисперсия  $D_x = 0,64$  мм, среднее квадратичное отклонение  $\sigma_x = 0,8$  мм. Тогда закон распределения Релея может быть представлен в виде:  $f(x) = (x/0.64)e^{-(x^2/1.28)}$ . Решая дифференциальные уравнения, можно определить координаты положения отрываемой волокнистой частицы материала во времени:

$$X = t(w_x - e^{-t/\tau}); y = t(w_y - e^{-t/\tau}) \quad (1)$$

Расчитанные по уравнениям (1) значения  $x$  и  $y$  позволяют найти координаты расположения пылевого облака. Выполненные эксперименты выявили, что основными факторами, определяющими интенсивность пылевыделения, являются:

а) технологические параметры и физико-механические свойства сыпучего материала: давление воздуха в магистрали, частота вращения ротора  $n$ , с<sup>-1</sup>, влажность материала  $W$ , %; гранулометрический состав; расход материала  $Q_m$ , кг/с; плотность частиц  $\rho_m$ , кг/м<sup>3</sup>;

б) конструктивные параметры форсунок, бункера и ротора: размеры лопастей ротора, количество лопастей, геометрия лопасти; частота расположения форсунок, направление потока воздуха, геометрия отверстий, расстояние от форсунки до подложки  $H_1$ , м; высота перегрузки  $H$ , м; форма бункера; тип укрытия, подложки; степень герметизации укрытия.

УДК 666.76:54.057  
КЕРАМИЧЕСКИЕ КАРБИДКРЕМНИЕВЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ  
СВС-МАТЕРИАЛЫ

К. Б. ПОДБОЛОТОВ, Р. Ю. ПОПОВ  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

Основной проблемой при создании и эксплуатации конструкционных материалов, является коррозия и эрозия материала, соприкасающегося с жидкими металлами и сплавами, а также разрушения при воздействии термодинамических нагрузок. Получение качественных огнеупорных материалов позволит разрабатывать тепловые агрегаты, отличающиеся минимальным энергопотреблением, а также повышенным ресурсом работы. Недостатками существующих технологий получения огнеупорных керамических элементов является высокая энергоемкость, большая длительность, многооперационность и трудоемкость, связанные с производством огнеупорных материалов. Указанные недостатки могут быть минимизированы при использовании технологии самосраспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС).

Особый интерес для практического использования представляют шпинельные и корундовые высокоогнеупорные материалы, однако термомеханические характеристики изделий из них, в частности шпинельных, недостаточно высокие и не обеспечивают необходимый эксплуатационный уровень. Для повышения термомеханических характеристик применяют композиционные многокомпонентные составы, одним из наиболее распространенных огнеупорных и термостойких компонентов, применяемым для улучшения эксплуатационных характеристик, является карбид кремния. Однако традиционными методами осуществить прямой синтез композиционного материала на основе фаз корунда, шпинели и карбида кремния не представляется возможным. Кроме того, синтез данного композиционного материала весьма энергозатратен. Однако при применении метода СВС данная задача может быть решена.

Синтез карбидкремнийсодержащих корундовых, муллито-корундовых и шпинельных материалов проводили на основе СВС-систем  $Al - SiO_2 - C$  и  $MgCO_3 - Al - SiO_2 - C$  с различными модифицирующими добавками.

Установлено, что протекание СВС-процессов в данных системах обеспечивает получение фаз корунда, муллита и шпинели в композиции с карбидом кремния. При применении синтезированных материалов при производстве изделий обеспечиваются высокие термомеханические свойства: механическая прочность при сжатии 80–120 МПа, термостойкость (для шпинельных материалов) до 40 циклов нагревания 1100 °С и охлаждения в воде.

дает возможность снизить стоимость блока. Применение во внутреннем слое ПГС позволяет жильцу без каких-либо проблем выполнять работы по креплению навесных предметов и оборудования к наружной стене.

Блок обеспечивает следующие характеристики: термическое сопротивление – не менее 3,5 м<sup>2</sup> °С/Вт, водонепроницаемость – не ниже W8, морозостойкость – не менее 250 циклов. Блок – негорюч, экологически безопасен. Масса блока при заявленных размерах – не более 22 кг.

Рассматривается трехслойный стеновой блок шириной  $b$  на искусственном основании под действием сжимающей нагрузки, распределенной вдоль верхней грани несущего слоя. На расчетной модели распределенная нагрузка  $q$  собирается в систему узловых сосредоточенных сил общим значением  $F$ .

При расчете слоистая упругая конструкция заменяется прямоугольной расчетной областью метода конечных разностей (МКР). Трехслойный стеновой блок аппроксимируется равномерной симметричной разбивочной сеткой с постоянным шагом вдоль оси  $X - \Delta x$  и вдоль оси  $Y - \Delta y$ . В результате получено 176  $i$ -тых узловых и 150  $j$ -тых сеточных ячеек.

За неизвестные принимаются:  $u_i(x)$ ,  $v_i(y)$  – компоненты вектора перемещения  $i$ -той узловой точки блока.

Для реализации указанного подхода составлена программа на языке *Mathematica* 8.0 и проведена ее числовая апробация. В численный счет использовались следующие исходные параметры упругих слоев: боковая стенка (несущий слой) из стеклофибробетона –  $\sigma_{u1}=30$  МПа;  $\nu_1=0,198$ ;  $E_{01}=14200$  МПа; легкий заполнитель (пеностекло) –  $\sigma_{u2}=2$  МПа;  $\nu_2=0,25$ ;  $E_{02}=11500$  МПа; боковая стенка (несущий слой) из ПГС –  $\sigma_{u3}=2$  МПа;  $\nu_3=0,2$ ;  $E_{03}=14000$  МПа; внешняя нагрузка –  $F = 1500$  Н, размеры ячейки разбивочной сетки:  $\Delta x=0,020$  м,  $\Delta y=0,022$  м.

Вначале решается задача в линейной постановке. По вычисленным значениям перемещений  $i$ -той узловой точки  $u_i(x)$ ,  $v_i(y)$  определяется интенсивность деформаций и интенсивность напряжений в центрах ячеек.

Имея значения напряжений и перемещений, полученных в результате решения задачи в первом приближении, определяется касательный модуль деформации для каждой ячейки и задача решается во втором и последующих приближениях. Итерационный процесс заканчивается, как только разница между последующим и предыдущим приближением ( $\delta_f$ ) исследуемой функции будет соответствовать требуемой точности решения задачи.

На рис. 2 представлены эпюры вертикальных напряжений в несущих слоях стенового блока.

Для исследования напряженно-деформированного состояния трехслойного стенового блока была разработана компьютерная программа в математическом пакете *Mathematica* 8.0, которая может быть использована в инженерных расчетах конструкций ограждения из трехслойных стеновых блоков по первому предельному состоянию (по несущей способности).



УДК 624.072.21.7

## ЛИНЕЙНЫЙ РАСЧЕТ БЛОКА СТЕНОВОГО ТРЕХСЛОЙНОГО НА КЛЕЕВЫХ СВЯЗЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВАРИАЦИОННО-РАЗНОСТНОГО ПОДХОДА

Е. А. СИГАЙ

Научный руководитель А. А. ВАСИЛЬЕВ, канд. техн. наук, доц.

Научный консультант О. В. КОЗУНОВА

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Гомель, Беларусь

Ужесточение требований к энергоэффективности возводимых зданий требует создания новых современных конструкций стеновых ограждений. Одним из современных вариантов ограждений многоэтажных энергоэффективных зданий с наружными стенами, поэтажно опирающимися на диски перекрытий, может стать конструкция на основе предлагаемого автором блока стенового трехслойного на клеевых связях. В данном блоке наружный несущий слой выполнен из стеклофибробетона с применением добавок, повышающих его водонепроницаемость и определяющих цвет наружной поверхности ограждения, внутренний – из пеногазосиликата. В качестве утеплителя применено пеностекло. Наружные и внутренний слои соединяются клеевыми составами с армированием стеклотканевой сеткой.

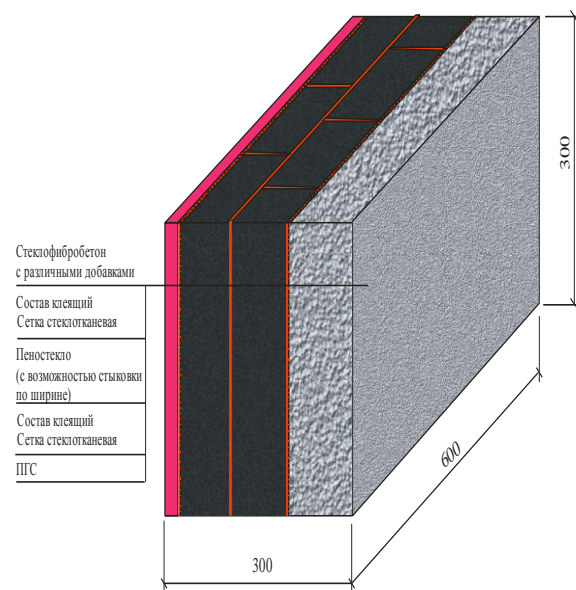


Рис. 1. Общий вид блока стенового трехслойного на клеевых связях

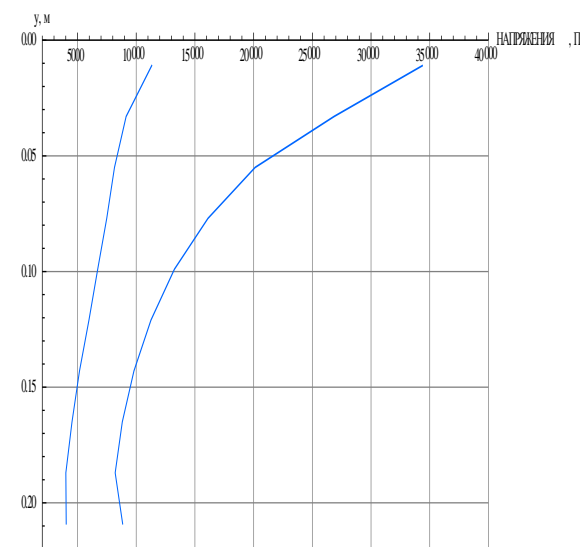


Рис. 2. Эпюра вертикальных напряжений в несущем слое: 1 – стенка из ПГС; 2 – стенка из стеклофибробетона

Послойная технология изготовления блока позволяет формировать теплоизолирующий слой из различных толщин слоев пеностекла (обрезков), что

УДК 666.635

## ПОВЫШЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ПОЛУФАБРИКАТА КЕРАМИЧЕСКИХ ПЛИТОК

А. И. ПОЗНЯК

Научный руководитель И. А. ЛЕВИЦКИЙ, д-р техн. наук, проф.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Настоящее исследование посвящено изучению возможности получения плиток сниженной материалоемкости для внутренней облицовки стен, основным критерием изготовления которых является повышение механической прочности в отформованном и воздушно-сухом состоянии с целью обеспечения возможности осуществления дальнейших технологических операций производства изделий на поточно-конвейерной линии, в частности, транспортировки полуфабриката по роликовым конвейерам в сушильный агрегат, его ангобирования, глазурования и однократного обжига при максимальной температуре обжиге ( $1100 \pm 5$ ) °С.

Объектом исследования является базальт содержащая сырьевая композиция, обеспечивающая высокие прочностные характеристики обожженных изделий, однако не позволяющая изготавливать керамические плитки уменьшенной толщины на ее основе из-за недостаточной прочности отпрессованных полуфабрикатов.

С целью повышения механической прочности образцов изделий на стадии прессования изучено влияние продолжительности помола и гранулометрического состава керамической массы на технологические характеристики пресс-порошков. Результаты проведенных исследований показали, что массы, распределение частиц по размерам которых находилось в сравнительно узком интервале (0,1–48 мкм), характеризуются лучшей сыпучестью, которая обеспечивает более полную и равномерную засыпку пресс-формы и определяет максимальную плотность упаковки.

Из масс влажностью  $4,5 \pm 0,5$  % и различного гранулометрического состава прессовались образцы плиток при оптимальном давлении, составляющем  $18 \pm 2$  МПа, значение которого было определено расчетным методом с использованием уравнения А.С. Бережного и подтверждено экспериментальными данными. Определены показатели плотности прессовки, механической прочности при изгибе образцов после формования, сушки и обжига, усадки и водопоглощения. Установлено, что продолжительность помола  $20 \pm 2$  мин и соответствующий ей гранулометрический состав пресс-порошка обеспечивает увеличение прочности отпрессованных полуфабрикатов на 8–9,5 %, высушенных – на 12–13,5 %. При этом свойства готовой продукции отвечают требованиям ГОСТ 6141–91 и СТБ 1354–2002.

УДК 674.055  
МЕТОДИКА ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ИНСТРУМЕНТА  
ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

П. В. РУДАК, Д. В. КУИС, О. Г. РУДАК  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

Исследование выполнялось при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований.

Цель исследования – разработать методику триботехнических испытаний инструмента и в реальных условиях фрезерования в широких диапазонах параметров режима резания установить коэффициенты трения, характеризующие процесс обработки древесностружечных плит (ДСтП).

В результате математического моделирования процесса выхода стружки из зоны фрезерования плитных древесных материалов установлено, что для достоверного определения параметров выхода стружки из зоны резания с целью разработки методики и средств ее эффективного улавливания большее значение имеет точность определения триботехнических параметров.

Разработанная на кафедре материаловедения и технологии металлов БГТУ методика определения коэффициентов трения  $f$  (задней поверхности лезвия и примыкающей к ней части режущей кромки) и  $\mu_2$  (частицы стружки по передней поверхности лезвия) при фрезеровании ДСтП основывается на синхронном динамометрировании составляющих сил резания по передней и задней поверхностям лезвия в процессе фрезерования со снятием припуска и с нулевой высотой снимаемого припуска.

Отличительной особенностью данной методики является использование для исследований коэффициентов трения, разработанной экспериментальной установки, на основе современного деревообрабатывающего центра с числовым программным управлением (ЧПУ) и оснащенного двумя рабочими столами.

При реализации экспериментальных исследований на первом рабочем столе станка реализуют процесс фрезерования заготовок ДСтП типичной для производства длины на промышленных режимах, что позволяет воссоздать температурный и др. режимы процесса реальной эксплуатации инструмента. В непосредственном продолжении заготовок первого стола – на втором столе размещают универсальный динамометр с образцом обрабатываемой плиты. Применение современной тензометрической системы и математических методов фильтрации позволяет с высокой точностью устанавливать действующие силы, которые используются для расчета коэффициентов трения по разработанным зависимостям.

УДК 621.5:666.96  
ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ НА СТРОИТЕЛЬНОМ РЫНКЕ РЕСПУБЛИКИ  
БЕЛАРУСЬ НОВЫХ ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Д. Д. САКОВИЧ, М. А. СЛАВИНСКАЯ, М. А. КЛИМЕНКОВА  
Научный руководитель Р. П. СЕМЕНЮК  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилёв, Беларусь

Лабораторией строительных материалов Белорусско-Российского университета разработан новый отделочный материал – декоративная штукатурка. При разработке материала авторы опирались на несколько критериев: материал должен быть дешевым, экологически чистым, затраты при его производстве должны быть минимальными, используемое сырье должно быть не привозным, а местным.

Был создан новый строительный материал, для производства которого используются экологически чистые отходы текстильного производства местных предприятий (ОАО «Моготекс», ЗАО «Сопотекс»).

Выйти сегодня на рынок с абсолютно новым товаром довольно сложно. Нужно предложить такой товар, который будет обладать достаточно уникальными свойствами, будет лучше импортных товаров, будет дешевле. Декоративная штукатурка может стать таким товаром на рынке строительных отделочных материалов.

По схеме импортозамещения можно начать производство декоративной штукатурки, опираясь на исследования научно-отраслевой лаборатории «Строительных материалов», которая предлагает использовать в качестве основного компонента не целлюлозу, а вторичное сырье. Отходы хлопка, которые можно приобрести по низким ценам у местных производителей, дают возможность предложить ценовой диапазон более приемлемый на местном рынке. Уникальная методика позволяет использовать материал на основе отходов текстильного производства и другого вторичного органического сырья, а также полимерного связующего.

Невысокая стоимость декоративной штукатурки после расчетов составила: 39,9 тыс. р. на 3 м<sup>2</sup>. При пересчете на 1 м<sup>2</sup> – стоимость составит 13,3 тыс. р. Для сравнения: стоимость 1 м<sup>2</sup> отделки поверхности стеклообоями – 15,2 тыс. р.; виниловыми обоями – 15,83 тыс. р.; жидкими обоями «Макс-Колор» (Украина) – 14,7 тыс. р.

Л. И. САЗОНОВА, Н. И. ТИХАНСКИЙ, К. И. ПРЕСНЯКОВ

Научный руководитель Е. В. ГОРБЕНКОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилёв, Беларусь

Автомобильные дороги Республики Беларусь являются важнейшей частью транспортной системы государства, без которого немислимо его экономическое, социальное и культурное развитие, активизирует торговлю и международный обмен для расположенной в центре Европы страны. Автомобильные дороги составляют одно из основных национальных богатств, этому способствует географическое положение Беларуси, расположенной на перекрёстке транзитных европейских магистралей.

При решении задачи сбережения плодородного растительного слоя грунта, а вместе с тем и плодородия почвы, необходимо бережно и рационально относиться к вопросам снятия этого слоя.

Составлена программа для подсчёта объёмов снимаемого растительного слоя. Для этого надо было знать только заложение внешнего и внутреннего откосов, расстояние между точками отсчёта ( $L$ ) и их отметки ( $h_1$  и  $h_2$ ). Выведены формулы для подсчёта этих объёмов.

Определение объёма снимаемого растительного грунта толщиной 0,2 м из-под кювета автомобильной дороги IV категории с заложением откоса внешнего 1:1,5 и внутреннего 1:1,75

$$V = L \cdot 0,2 \cdot (0,4 + (1,75 + 1,5) \cdot (h_1 + h_2)/2).$$

Определение объёма снимаемого растительного грунта толщиной 0,2 м из-под насыпи автомобильной дороги IV категории с заложением откосов 1:3

$$V = 0,2 \cdot ((h_1 + h_2)/2 \cdot 2 \cdot 3 + 10) \cdot L.$$

Определение объёма снимаемого растительного грунта толщиной 0,2 м из-под кювета автомобильной дороги IV категории с заложением откоса внешнего 1:1,5 и внутреннего 1:3

$$V = L \cdot 0,2 \cdot (0,4 + (3 + 1,5) \cdot (h_1 + h_2)/2).$$

О. А. СЕРГИЕВИЧ, \*Р. Ю. ПОПОВ, \*К. Б. ПОДБОЛОТОВ

Государственное предприятие

«ИНСТИТУТ НИИСМ»

\*Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

В настоящее время производство керамических плиток отличается широким ассортиментным рядом (облицовочная плитка, плитка для полов, гресс и т.д.) и значительными объемами промышленного выпуска. Основной задачей и проблемой при их получении является снижение доли импортной составляющей высококачественного сырья (огнеупорные глины, каолин, полевые шпаты), что четко отражается на себестоимости готовых изделий.

Республика Беларусь не располагает собственными запасами огнеупорных глин, однако промышленно-практический интерес представляют первичные каолины месторождений «Ситница» (Лунинецкий р-н Брестской обл.) и «Дедовка» (Житковичский р-н Гомельской обл.). Следует отметить высокую запесоченность каолинового сырья обоих месторождений. При этом каолин «Ситница» в отличие от «Дедовки» характеризуется повышенным содержанием тонкодисперсной составляющей, отличается значительным количеством железосодержащих соединений (согласно химическому анализу  $Fe_2O_3$  в средней пробе – 1,56 %). По содержанию щелочных оксидов оба каолина можно отнести к щелочному типу.

Синтез опытных образцов керамических плиток для пола производился по традиционной технологии. В качестве сырьевых материалов для подготовки масс были использованы: огнеупорная глина марок ДНПК, ЧПК; каолин обогащенный; полевой шпат «Вишневогорский»; кварцевый песок; доломит; при этом небогащенный каолин марки КЗ-1 (Украина) был полностью заменен на природный каолин месторождений «Ситница» и «Дедовка».

Установлено, что рациональное сочетание минералогического состава обоих каолинов обеспечивают следующие физико-технологические показатели образцов, синтезированных при температуре 1200 °С: усадку 5,8–6,6 % на основе каолина «Ситница» и 5,2–5,5 % на основе каолина «Дедовка» и соответствующие значения водопоглощения 0,19–0,39 % и 0,10–0,27 %, что укладывается в требования ГОСТ 6787-2001 по указанным показателям. Прочность (при изгибе) синтезированных при указанной температуре образцов находилась в интервале 35,1–44,2 МПа.

УДК 666.76:54.057; 621.315.5

ПОЛУЧЕНИЕ ТИТАНАТОВ И ЦИРКОНАТОВ  
МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ СВС

А. А. ХОРТ, К. Б. ПОДБОЛОТОВ

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

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Экзотермический синтез, также известный как самораспространяющийся высокотемпературный синтез, основан на протекании высокоэнергетической окислительно-восстановительной реакции, для осуществления которой необходимо соблюдение ряда требований: наличие окислителя, восстановителя, а также тепла для «запуска» реакции. Вещества полученные в результате экзотермического взаимодействия, характеризуются высокой чистотой и однородностью, что несомненно очень важно для материалов, применяемых в электронной технике.

Кроме того, и окислитель, и восстановитель при экзотермическом взаимодействии в растворах солей разлагаются с образованием большого количества газообразных продуктов, которые ускоряют протекание процесса взаимодействия и способствуют синтезу конечных материалов с высокой степенью дисперсности.

В работе были исследованы процессы получения титанатов и цирконатов бария, свинца и висмута. Благодаря своим исключительным электрофизическим свойствам, таким как: высокая относительная диэлектрическая проницаемость, большая степень поляризации, высокое пробивное напряжение, высокий коэффициент электромеханической связи. Данные материалы и изделия на их основе получили очень широкое распространение в электронной промышленности.

В качестве носителей катионов металлов были использованы нитраты бария, свинца и висмута, а также нитраты титанила и цирконила. Глицин и карбамид использовались как восстановители. После приготовления, стехиометрические водные растворы исходных компонентов помещались в предварительно разогретую до 500 °С электрическую печь, где в результате прогрева смеси инициировалась высокоэнергетическая экзотермическая реакция, в качестве продуктов которой получались титанаты и цирконаты металлов, а также CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> и пары воды.

В результате исследования фазового состава и микроструктуры полученных керамических материалов было установлено, что синтезированные вещества представляют собой чистые тонкокристаллические титанаты и цирконаты бария, свинца и висмута.

УДК 625.7

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ КОМПОЗИТА  
«ГРУНТ-ГЕОРЕШЕТКА» С РАЗЛИЧНЫМИ ЗАПОЛНИТЕЛЯМИ

В. Е. ПЕТРОВСКИЙ, В. С. ПОЧТЕННАЯ

Научный руководитель Т. А. ПОЛЯКОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Георешетка, являясь армирующим звеном, значительно изменяет работу материала, заполняющего ее ячейки, при воздействии на него вертикальной сосредоточенной нагрузки. При этом замедляется деформация слоев дорожных одежд, насыпей, увеличивается срок их службы.

При заполнении ячеек грунтом образуется композит «грунт – георешетка» с характерным ромбовидным повторяющимся элементом. Было изучено взаимодействие георешетки с различными видами грунтов при различных углах её раскрытия. Расчетным оценочным параметром был назначен модуль упругости композита.

При оценке влияния георешеток на модуль упругости композита «грунт - георешетка» в расчетах исходили из теории армированных материалов и допускали, что грунт и материал георешетки являются линейно-упругими материалами.

По существующим зависимостям были определены модули упругости композита в различных направлениях: в направлении оси Z, оси Y, оси X. Расчеты велись для различных видов песков, супесей и суглинков.

По результатам расчетов были построены графики зависимостей модулей упругости E<sub>z</sub>, E<sub>y</sub>, E<sub>x</sub> от угла раскрытия георешетки и вида грунта-заполнителя. Систематизировав полученные данные, были построены графики изменения модулей упругости композитов в зависимости от угла ψ, в процентах от стандартных модулей при угле раскрытия 45° для всех принятых видов заполнителей.

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

- при песчаных грунтах модуль упругости уменьшается по всем направлениям с нарастающим темпом;
- при грунте-заполнителе – супесь, модуль упругости увеличивается по всем направлениям с нарастающим темпом;
- при грунте-заполнителе – суглинке увеличение модуля упругости происходит с нарастающим темпом по мере изменения угла раскрытия георешетки.

В.А. МИХАСЕВ, А. А. ТАКУНОВ

Научный руководитель А.А. ВАСИЛЬЕВ, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Гомель, Беларусь

В 2003 г. в г. Жлобине при строительстве жилого дома № 2 в микрорайоне № 1 в качестве нового эффективного утеплителя наружных стен были применены блоки из пеностекла (одна из первых попыток внедрения современного эффективного материала). На момент разработки проектно-сметной документации и проведения работ по утеплению нормативно-техническая документация, оговаривающая технологию утепления, отсутствовала. Как вариант крепления утепления было принято возведение двухслойных стен с гибкими связями между слоями стены. Утепление из блоков было выполнено в виде кладки на цементно-песчаном растворе с креплением к основной кладке стены при помощи стальных арматурных стержней. При этом утеплитель был отнесен от наружной стены на величину до 10 мм (приклеивание к основе отсутствовало). Утеплитель был оштукатурен полимерцементной штукатуркой без армирования.

В результате обследования были выявлены следующие нарушения технологии (ТКП 45-3.02-71-2007 (02250) «Тепловая изоляция наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений с использованием материалов из пеностекла»):

- крепление блоков из пеностекла произведено без приклеивания к основе (п. 8.3.2);
- торцевые швы между блоками заполнены раствором (п. 6.2.6);
- оштукатуривание поверхности утеплителя произведено полимерцементным раствором без армирующего слоя (п. 5.5);
- суммарная толщина штукатурного слоя составляет более 10 мм (п. 8.4.9).

Результатом таких работ по утеплению стен послужило отслаивание штукатурного слоя с последующим обрушением его на многочисленных участках (рис. 1).



Рис. 1. Фрагменты фасадов здания с выявленными повреждениями

Таким образом, за 9 лет эксплуатации жилого дома система утепления пришла в полную негодность. Как результат убытки в размере  $\approx 526$  млн р, потраченные на выполнение утепления в момент возведения здания и  $\approx 650$  млн р. необходимые на демонтаж и выполнение новой системы утепления.

Е. В. ХРУЩЁВ

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

«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Керамические материалы на основе полярных диэлектриков широко используются в областях техники и электроники. Существенными факторами, влияющими на электрические свойства металлокерамики, являются характеристики исходных материалов и технология их получения. В настоящее время возможности улучшения параметров активных элементов за счет традиционных технологических факторов практически исчерпаны, дальнейшее развитие этого направления требует новых подходов, один из них – применение механоактивированных исходных порошков.

По результатам исследования опытных образцов получены три кривые отражающие изменение дисперсности порошков после ультразвуковой механоактивации (рис. 1).

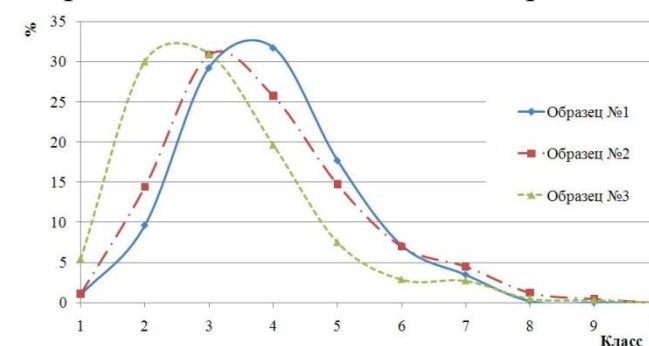


Рис. 1. Изменение дисперсности порошков

Из графика рисунка можно сделать следующие выводы: исходный порошок  $\text{BaTiO}_3$  (образец № 1) преимущественно состоит из частиц размером 1–2 мкм (3–6-й классы), после ультразвукового воздействия в течение 2 мин (образец № 2) увеличивается доля частиц 2-го и 3-го классов, что свидетельствует об измельчении исходного порошка, однако наблюдается некоторое увеличение частиц 8-го и 9-го классов, что вызвано образованием конгломератов. При 4-х минутном ультразвуковом воздействии (образец № 3) наблюдается значительное увеличение частиц 2-го и 3-го классов, а также появление частиц 1-го класса.

Проведенные исследования показали, что после ультразвуковой обработки происходит существенное уменьшение количества крупных конгломератов порошка  $\text{BaTiO}_3$ . Одновременно наблюдается уменьшение размеров кристаллитов, входящих в состав конгломератов, и повышение внутренней пористости. Это свидетельствует об увеличении макродефектности диэлектрических материалов, что является признаком повышения активности порошка. Полученные результаты показывают эффективность использования ультразвуковой обработки для активации порошков диэлектрических и сегнетоэлектрических материалов.

УДК 677.077.625.16  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ  
ОГНЕТЕРМОСТОЙКОГО МЕТАЛЛИЗИРОВАННОГО МАТЕРИАЛА

А. В. ЩЕЛКУНОВ  
Научный руководитель В. И. ОЛЬШАНСКИЙ, канд. техн. наук, проф.  
Учреждение образования  
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Витебск, Беларусь

Цель создания новых огнетермостойких материалов заключается в импортозамещении зарубежных аналогов, удовлетворении потребности органов и подразделений Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь в материалах, которые обеспечат высокоэффективную защиту пожарных-спасателей от высокоинтенсивных тепловых воздействий, пламени, конвективного тепла. Интерес представляет производство огнетермостойких материалов, применяемых в качестве материала верха специальной защитной одежды пожарных-спасателей от повышенных тепловых воздействий.

Непрерывное усложнение функций, выполняемых изделиями различного назначения при одновременном снижении их материалоемкости, вызывает необходимость применения методов модификации свойств поверхности тела. К этим методам можно отнести формирование плёночных покрытий. Одно и многослойные плёночные покрытия, которые сформированы из строго заданных материалов, могут иметь уникальные характеристики. Большой интерес представляют жаростойкие, теплоизоляционные, отражающие и другие виды плёночных покрытий для создания теплоизоляционных материалов для защиты людей и аппаратуры от тепловых потоков и электромагнитных полей СВЧ и УВЧ диапазонов, жаростойких конструкций.

В данной работе представлены следующие методы получения огнетермостойких материалов для защитной одежды пожарных-спасателей:

- получение огнетермостойких материалов электровакуумным методом;
- получение огнетермостойких материалов электрохимическим методом;
- получение огнетермостойких материалов методом дублирования.

Представлен технологический процесс получения огнетермостойких материалов ракельного нанесения покрытий прямым методом.

УДК 624.012.45  
УСИЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН СТАЛЬНОЙ ОБОЙМОЙ С  
ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫМИ ПЛАНКАМИ

И. И. МЕЛЬЯНЦОВА  
Научный руководитель С. Д. СЕМЕНЮК, д-р техн. наук, доц.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Одним из наиболее эффективных способов усиления железобетонных колонн является устройство металлических обоев. При сжатых сроках производства работ по усилению рекомендуются металлические обоймы из уголков, устанавливаемых по граням колонн и соединительных планок между ними.

В ходе проведения испытаний были запроектированы бетонные и железобетонные образцы для определения их прочностных и деформативных характеристик. Стальная обойма выполнена из 4-х ветвей в виде уголков 50×50×5 мм и соединительных планок 130×50×5 мм из стали С275. Модуль упругости стали –  $2,06 \cdot 10^5$  Мпа. Предварительное напряжение соединительных планок осуществлялось термическим способом.

Состав исследуемого бетона: Ц:П:Щ=1:2,1:4,2 при водоцементном отношении В/Ц=0,55. Бетонную смесь приготавливали в лабораторных условиях вручную. Составы дозировали по весу. Распалубливание проводилось на шестые сутки.

После испытания серии кубов в возрасте 28 суток кубиковая прочность бетона оказалась следующей:  $f_{cm} = 31,61$  МПа. Это соответствует классу бетона С25/30.

Одной из главных задач проведения экспериментальных исследований являлось сравнение прочности бетонных, железобетонных и усиленных стальной обоймой образцов призм при центральном сжатии. В результате было выявлено, что несущая способность бетонных образцов составила **506,85 кН**; несущая способность железобетонных образцов оказалась равной **644,55 кН**; несущая способность образца, усиленного стальной обоймой при передаче усилий через ядро сечения – **809,9 кН**; а несущая способность образца, усиленного обоймой, при передаче усилий через ядро сечения и уголки усиления составила **1310 кН**.

Таким образом, можно сделать вывод, что усиление сжатых элементов стальной обоймой, выполненное из уголков с предварительно напряженными планками, является эффективным, при этом передачу усилий необходимо производить непосредственно через ядро сечения и уголки усиления.

УДК 625.7  
АНАЛИЗ НАПРЯЖЕНИЙ В КОНСТРУКЦИЯХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД  
ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТЕМПЕРАТУРЫ И ТРАНСПОРТА

И. С. МЕЛЬНИКОВА

Научный руководитель И. И. ЛЕОНОВИЧ, д-р техн. наук, проф.  
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

Конструирование и расчет дорожных одежд – трудоемкие процессы на стадии проектирования автомобильных дорог. Однако даже полного учета категории будущей дороги, типа местности по увлажнению, вида подстилающего грунта и других факторов недостаточно для предотвращения возникновения и развития повреждений конструкции при эксплуатации дорог, в особенности колеи в летнее время и трещин зимой. Авторами предлагается методика подбора конструкций дорожных одежд, устойчивых к трещино- и колееобразованию, на основании оценки напряженно-деформированного состояния слоев методом конечных элементов под действием температурной и транспортной нагрузки.

Подобный анализ с применением метода конечных элементов выполнен для тринадцати различных конструкций. Геометрические модели слоев дорожной одежды представляют собой прямоугольные параллелепипеды сечением 900 на 900 см различной высоты во избежание влияния краевого эффекта. Моделируемые конструкции отражают работу покрытия до и после образования трещин температурного и отраженного характера, до и после проведения различных ремонтных мероприятий. Учтен также тип основания – сплошное (дискретное), не вызывающее дополнительного деформирования покрытия (щебень, асфальтобетон), и трещиновато-блочное, вызывающее дополнительно горизонтальное деформирование за счет сцепления с основанием при циклическом деформировании (старое асфальтобетонное покрытие с трещинами, цементобетон). В качестве нагрузок приняты: давление двухскатного колеса тяжелого грузового автомобиля КАМАЗ-65117 с нагрузкой на заднюю наиболее загруженную ось 115 кН, температуры +20, 0 и –20 °С, а также за трое самых теплых и холодных суток в 2011 г. для г. Минска.

Математическое моделирование показало, что применение геосинтетического материала в качестве трещинопрерывающей прослойки и при ремонте трещин позволяет снизить возникающие растягивающие напряжения в верхнем слое покрытия при укладке геосинтетика в нижней части верхнего асфальтобетонного слоя. Герметизация трещин не является эффективным методом ремонта покрытия, необходимо обязательно предварительно провести разделку трещин с устройством тонкого слоя износа или трещинопрерывающей прослойки.

УДК 621.791.763  
ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОВОЛОКИ Св-08ГС  
В УСЛОВИЯХ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ СВАРКИ В СМЕСЯХ Ar+CO<sub>2</sub>

А. О. КОРОТЕЕВ

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

В настоящее время механизированная сварка в защитных газовых смесях является наиболее перспективным процессом, позволяющим повысить качество сварных соединений, снизить потери на разбрызгивание и набрызгивание электродного металла. Известно, что соединения, полученные сваркой в защитных газовых смесях обладают более высокими значениями ударной вязкости. Вместе с тем, проведенные исследования показали, что применение в этом случае сварочных материалов, разработанных для сварки в углекислом газе, не позволяет использовать преимущества процесса.

На основании механических испытаний сварных соединений экспериментально подтверждены преимущества использования сварочной проволоки типа Св-08ГС для сварки в смеси 82 % Ar+18 % CO<sub>2</sub>. Установлено, что использование традиционной проволоки Св-08Г2С приводит к снижению показателей ударной вязкости металла сварного шва при отрицательных и нормальных температурах.

На основании оптико-эмиссионного анализа химического состава металла шва установлено, что чрезмерное его легирование элементами раскислителями при сварке в смесях Ar+CO<sub>2</sub> снижает показатели ударной вязкости соединения при нормальных и отрицательных температурах.

Исследование степени влияния параметров режима сварки на переход элементов-раскислителей в сварной шов при сварке в смеси 82 % Ar+18 % CO<sub>2</sub> показало, что наиболее существенное воздействие оказывает изменение напряжения дуги. Вероятной причиной является изменение при этом длины дуги, связанной с временем существования жидкого металла на стадии капли, а также геометрии поверхности сварочной ванны, что способствует интенсификации металлургических процессов.

Изменение силы сварочного тока практически не оказывает влияния на содержания марганца в шве при сварке в смесях Ar+CO<sub>2</sub>. Вероятно, это связано с относительной инертностью атмосферы дуги, в отличие от сварки в углекислом газе.

Полученные результаты имеют большую практическую значимость, так как непосредственно направлены на решение производственных вопросов, связанных с использованием защитных газовых смесей и сварочных материалов при механизированной сварке в защитных газах.

И. В. КУРЛОВИЧ, Е. Л. БАНСЮКОВА

Научный руководитель С. В. БОЛОТОВ, канд. техн. наук, доц.

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

NI CompactRIO – система управления и сбора данных на основе технологии реконфигурируемого ввода-вывода ПЛИС, программируемая при помощи среды разработки приложений LabVIEW. Гибкость платформы позволяет охватить широкий круг задач, от сбора и хранения данных о параметрах режима сварки до высокоскоростного управления процессами переноса электродного металла.

Система NI CompactRIO 9075 включает в себя промышленный контроллер реального времени на базе процессора Freescale с тактовой частотой 400 МГц и реконфигурируемое шасси с ПЛИС (FPGA) напрямую подключенное к 4 модулям ввода-вывода. Поскольку каждый модуль подключен к FPGA непосредственно, а не через шину, практически отсутствуют задержки управления, связанные с реакцией системы. ПЛИС обеспечивает программе или контроллеру реального времени доступ к вводу-выводу с джиттером между циклами менее 500 нс.

Модули ввода-вывода содержат схемы гальванической развязки и преобразований, согласования сигналов и встроенные средства для прямого подключения к датчикам. Модули позволяют осуществлять дискретизацию сигналов в диапазоне  $\pm 10$  В, 24-битный аналоговый ввод-вывод, цифровой ввод-вывод сигналов промышленных уровней 24 В с током нагрузки до 1 А.

Для удалённого управления системой используется интерфейс Ethernet с поддержкой FTP/HTTP. Система CompactRIO помещена в надёжный корпус, позволяющий работать в диапазоне температур от  $-20$  °С до  $+55$  °С с ударными нагрузками до 50 г.

Функциональная гибкость, обеспечиваемая средой разработки LabVIEW даёт возможность графически создавать приложения для контроллера реального времени и ПЛИС, входящих в состав NI CompactRIO, за минимальные сроки и без соответствующих знаний текстовых языков программирования, таких как С, С++, VHDL, Verilog.

Высокая надёжность и простота переналадки системы позволяют широко использовать её для тестирования и отладки программного обеспечения осуществляющего управление электросварочным оборудованием, а также при апробации новых интеллектуальных систем.

О. Г. МАСЛОВА, Е. О. АДАРЧЕНКО

Научный руководитель А. А. ВАСИЛЬЕВ, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Гомель, Беларусь

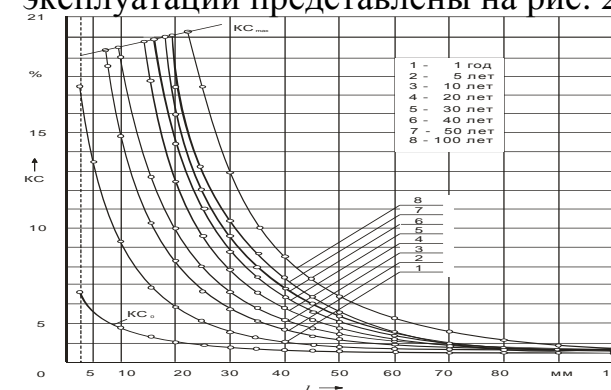
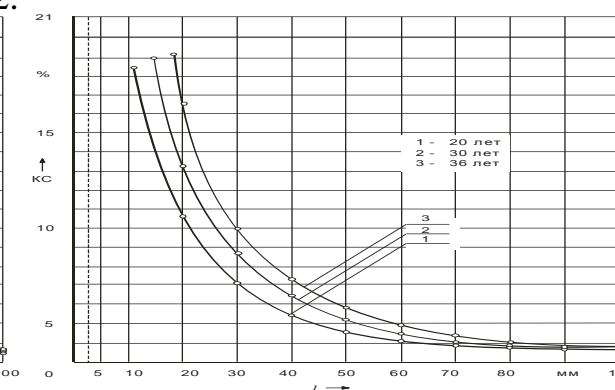
Многолетние исследования показывают, что основными параметрами, определяющими скорость карбонизации, являются условия эксплуатации. На основе полученных экспериментальных данных были разработаны модели для трех условий эксплуатации: сельскохозяйственные, атмосферные, общественные, которые, в свою очередь, подразделяются на условия ускоренной и обычной карбонизации. Это позволит охватить основной спектр возможных условий применения ЖБЭ.

Полученные модели позволяют:

- на стадии проектирования состава закладывать класс бетона по прочности на сжатие с учетом предполагаемых условий эксплуатации и требуемой долговечности железобетонных элементов;

- в зависимости от полученных на момент обследования значений карбонатной составляющей, прочности бетона сжатие и толщины защитного слоя бетона, а также с учетом возраста конструкции, оценить интенсивность карбонизации и в зависимости от существующих (предполагаемых условий эксплуатации), подобрать выражение для прогнозирования скорости карбонизации, а также оценить остаточный срок службы конструкции до полной карбонизации бетона.

Предложенные модели прогнозирования карбонизации железобетонных элементов хорошо коррелируют с данными, полученными в процессе выполнения натурных исследований. В качестве примера на рис. 1 представлена модель карбонизации во времени для класса по прочности  $C^{20}/_{25}$ . Данные натурных исследований для этого же класса бетона по прочности и условий эксплуатации представлены на рис. 2.

Рис. 1. Модель карбонизации во времени по сечению бетона класса по прочности  $C^{20}/_{25}$  для атмосферных условийРис. 2. Изменение карбонатной составляющей для ЖБЭ по сечению бетона класса по прочности  $C^{20}/_{25}$  для атмосферных условий



УДК 625.8  
ВЛИЯНИЕ ДОРОЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ  
КОМПЛЕКТОВ МАШИН ДЛЯ РЕМОНТА  
ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Д. Ю. МАКАЦАРИЯ  
Учреждение образования  
«МОГИЛЕВСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ МВД  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»  
Могилев, Беларусь

Процесс определения оптимального комплекта машин, предназначенного для ремонта покрытия автомобильных дорог, требует анализа применения современных технологий, средств механизации и материалов. В настоящее время технологический процесс восстановления работоспособности асфальтобетонного покрытия дороги основывается на использовании традиционных технологий включающих поверхностную обработку, строительство новой дорожной одежды на ремонтируемом участке автомобильной дороги. Широкое распространение данных технологий связано с наличием в дорожных организациях соответствующего парка машин и способов поддержания и восстановления их работоспособности. Однако в условиях рыночной экономики, резкого роста цен на дорожно-строительные и ремонтные материалы возникает необходимость внедрения современных, конкурентоспособных технологий, позволяющих снизить стоимость конечной продукции, увеличить ее ресурс, привести к быстрой окупаемости затрат.

Комплекты машин, реализующие традиционные технологии, при осуществлении ремонта дорожного покрытия расходуют большое количество дорогостоящих материалов, что снижает эффективность их использования. Широкое распространение в странах западной Европы получили современные технологии горячей регенерации асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог. За счет использования многофункциональной ведущей машины ремиксера осуществление целого комплекса технологических операций производится непосредственно на ремонтируемом участке автомобильной дороги. При этом повторно используется материал существующей дорожной одежды, что позволяет снизить стоимость конечной продукции. Осуществление горячей регенерации позволяет поддерживать оптимальную температуру материалов, что позволяет увеличивать ресурс отремонтированного дорожного покрытия.

Для внедрения технологий горячей регенерации в производственных условиях нашей страны необходимо определить границы рациональных областей с учетом затрат на приобретение и эксплуатацию машин, а также экономического эффекта от их использования.

УДК 621.791.763.2  
СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБУЕМОЙ ПРОЧНОСТИ  
ПАКЕТНОГО РЕЛЬЕФНОГО СОЕДИНЕНИЯ

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

Традиционно при осуществлении технологического процесса рельефной сварки основной целью является значительное проплавление свариваемых деталей (около 60–70 % от их суммарной толщины) с образованием литого ядра нормированных размеров и формы. В свою очередь, характеристики литого ядра (диаметр, форма и высота) определяют необходимую прочность сварного соединения.

При сварке пакетных (многослойных) соединений, когда количество одновременно свариваемых деталей может достигать 5 штук и более, значительное проплавление деталей на установленных режимах сварки согласно циклограммам с постоянным усилием сжатия электродов приводит к образованию общей литой зоны (столбика) для всех соединяемых деталей. Исследования кинетики процесса образования пакетных соединений показали, что только 6–7 % от общего количества энергии, выделяемой в межэлектродном промежутке, затрачивается непосредственно на формирование расплавленного ядра (столбика). Остальные 93–94 % энергии неэффективны и расходуются на нагрев металла околошовной зоны и электродов.

Некоторыми авторами (Гилевич В.А., Кочергин К.А. и др.) ранее утверждалось, что прочное рельефное сварное соединение можно получить и без значительного проплавления свариваемых деталей. Однако в литературе отсутствуют способы обеспечения указанного результата.

Предложено использовать при сварке величину повышенного (ковочного) усилия сжатия электродов  $F_{ков}$  при снижении величины импульса сварочного тока от максимального до минимального для осуществления интенсивной пластической деформации рельефов. Это приведет к интенсификации процессов объемного взаимодействия, релаксации и перераспределения остаточных напряжений в зоне сварки. При этом уменьшается длительность протекания максимального сварочного тока. Таким образом, будет обеспечена необходимая прочность пакетного рельефного соединения при уменьшенном тепловложении в межэлектродную зону. Причем процесс в этом случае будет схожим с процессом сварки соединений из двух деталей, т.к. при этом будут образовываться две и более отдельные литые зоны ввиду уменьшенного проплавления деталей.

Е. А. ФЕТИСОВА

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

Как известно, в настоящее время значительно увеличивается производство продуктов переработки нефти. В нефтехимическом производстве широкое применение находит сталь 15Х5М. Эта сталь по СТБ ISO 15608 соответствует группе 6.3 и при сварке склонна к образованию холодных трещин, возникающих по механизму хладноломкости или замедленного разрушения. Поэтому сварку таких сталей выполняют с предварительным подогревом и последующей термической обработкой, что в монтажных условиях существенно затрудняется. Для исключения требуемых подогрева и термообработки сварку данных сталей осуществляют аустенитными электродами с высоким содержанием никеля. Однако, несмотря на уже продолжительное время применения этой технологии, до сих пор недостаточно данных по работоспособности сварных соединений после их длительной работы в условиях повышенных температур и коррозионно-активных средах.

Исследовано состояние сварных соединений технологического трубопровода Мозырского НПЗ, проработавшего 25 лет при парциальном давлении водорода 3,2 МПа и температуре 530 °С. Сварные соединения выполнены электродами АНЖР-2 без предварительного подогрева и последующей термической обработки. Определено, что работоспособность сварных соединений снижена ввиду взаимной диффузии атомов углерода и хрома, в результате чего со стороны перлитной стали образуется обезуглероженная прослойка с повышенным содержанием хрома, а со стороны аустенитного металла – хрупкая карбидная прослойка.

Металлографическими исследованиями установлено, что на линии сплавления со стороны аустенитного шва присутствует значительное количество карбидов хрома, что способствует охрупчиванию зоны сплавления, а со стороны перлитной стали выявлена обезуглероженная прослойка, которая обладает пониженной твердостью.

При испытании на ударный изгиб при температуре -40 °С установлено, что минимальное значение энергии разрушения имеет зона сплавления со стороны сварного шва. Металл сварного шва существенно превосходит по энергии разрушения основной металл и зону сплавления, что подтверждает гипотезу возможности остановки трещины при ее образовании на линии сплавления, за счет «увода» трещины в зону металла с высокой энергией зарождения и развития трещины.

А. Н. ЛЕОНОВИЧ, Д. С. ШЛИМАКОВ

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

Для предохранения обочин и откосов земляного полотна от размыва поверхностными водами автомобильных дорог применяют водоотводные сооружения. Для этой цели используют железобетонные лотки прямоугольного сечения, железобетонные лотки полутрубы, бетонные или асфальтобетонные армированные лотки-желоба, телескопические лотки, водосбросные лотки с использованием геотекстиля.

Обследовались железобетонные водосбросные лотки, имеющие различную форму поперечного сечения, расположенные на трассе М4 Могилев-Минск, на дорогах Бельничского района в частности трасса Р77 (всего более 30 сооружений). Результаты обследования представлены в табл. 1 и рис. 1.

Табл. 1. Основные виды дефектов

№ п/п	Вид дефекта	Количество сооружений
1	Нарушение сопряжения между входной частью быстротока и водоскатом	24
2	Заиливание водобойной части сооружения песком	27
3	Плохое гашение энергии после водоската (недостаточная высоты водобойной стенки)	3

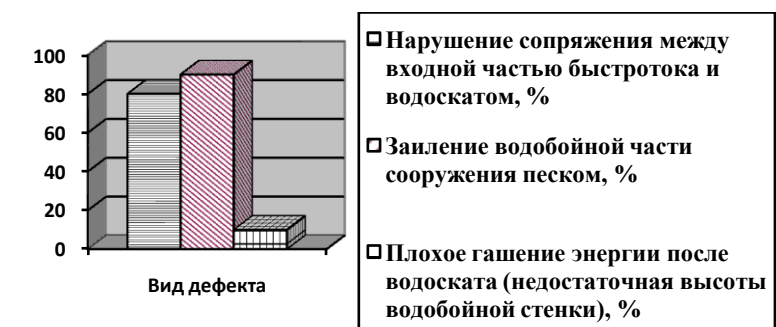


Рис. 1. Диаграмма основных дефектов

Основные дефекты являются несовершенством конструкций и неудовлетворительного качества изготовления и монтажа.

$$\sigma = \pm \frac{N}{A}, \quad (1)$$

где  $N$  – продольная сила, действующая в опасном сечении элемента фермы;  $A$  – площадь поперечного сечения элемента фермы.

Для расчётной схемы фермы с жёсткими узлами напряжения в ее элементах вычисляются как во внецентренно-сжатых или растянутых по формуле (2):

$$\sigma = \pm \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W}, \quad (2)$$

где  $M$  – изгибающий момент, действующий в опасном сечении элемента фермы;  $W$  – осевой момент сопротивления поперечного сечения элемента фермы.

На рис. 2 предоставлена диаграмма нормальных напряжений, возникающих в опасных сечениях расчетных элементов стропильной фермы: расчетная схема фермы с шарнирными узлами – *шарнирная ферма*; расчетная схема фермы с жесткими узлами – *жесткая ферма*.

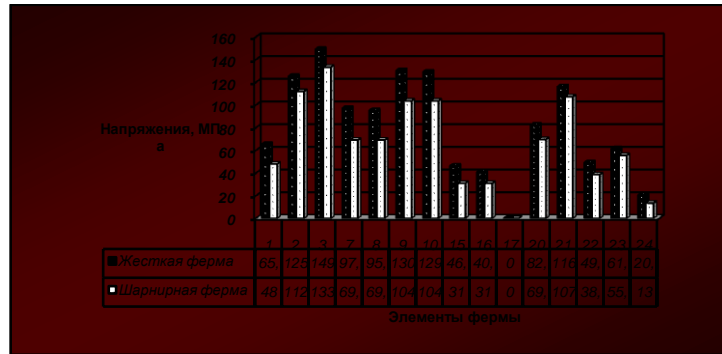


Рис. 2. Диаграмма нормальных напряжений

Из диаграммы (рис. 2) следует, что нормальные напряжения, возникающие в элементах стропильной фермы с жёсткими узлами до 50 % превышают нормальные напряжения, возникающие в элементах аналогичной фермы, но с шарнирными узлами.

Следовательно, *инженерный расчёт реальных* стропильных ферм необходимо вести по расчётной схеме фермы с жёсткими узлами и, *обязательно*, при помощи компьютерных программ, таких как ПК ЛИРА.

621.791.763.2  
СИСТЕМА ВНЕШНЕГО УПРАВЛЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОМ РКС-801 ПРИ  
РЕЛЬЕФНОЙ СВАРКЕ ПАКЕТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

С. М. ФУРМАНОВ, А. Ю. ПОЛЯКОВ

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

Сегодня на многих заводах постсоветского пространства при контактной сварке используются регуляторы цикла сварки типа РКС-801. Перед сваркой деталей определенных материалов и типоразмеров устройство регулятора предполагает настройку необходимых параметров режима, таких как сварочный ток  $I_{СВ}$  (в позициях), длительность протекания тока  $t_{СВ}$  (в периодах) и др. согласно циклограммам.

Исследования осциллограмм работы регулятора РКС-801 с помощью устройства сбора данных NATIONAL INSTRUMENTS (NI) и программной среды LABVIEW (LWV) показали, что даже при настройке регулятора на оптимальные режимы в процессе сварки могут происходить самопроизвольные отклонения параметров, например, заданной длительности протекания импульсов сварочного тока в несколько периодов сетевого напряжения. Это приводит к увеличению или уменьшению полной энергии, выделяемой в межэлектродном промежутке, относительно нормированного значения, в результате чего возникают выплески или непровары и процесс сварки в целом дестабилизируется.

Для внешнего воздействия на регулятор РКС-801 с целью корректировки его начальных настроек с учетом указанных отклонений предлагается использовать устройство NI и среду LWV. На специальном разъеме РШАВКУ – 20 для подключения внешних цепей управления регулятором имеется два аналоговых входа с управляющими сигналами величиной 0...10 В для регулирования величины сварочного тока. Также имеется возможность осуществлять задержку цикла на позиции "Предварительное сжатие" и осуществлять выключение сварочного тока.

Программная среда LWV и устройство NI позволяют формировать во времени аналоговые и цифровые выходные сигналы величиной до 10 В, обеспечивающие задание требуемой циклограммы цикла рельефной сварки пакетных соединений. Согласующий блок усиливает управляющие сигналы напряжения с выходов платы NI и передает их на внешний разъем регулятора. Включение и выключение сварочного тока осуществляется с помощью двух пар транзисторов и электромагнитных реле, регулирование и согласование сигналов управления величиной тока на позициях "Нагрев 1" и "Нагрев 2" – с помощью двух операционных усилителей с переменным коэффициентом усиления.

Е. А. ХАРЧЕВНИКОВА

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

Сварка в смесях на основе аргона является высокоинтенсивным способом, повышение температуры сварочной дуги вызывает изменение интенсивности и спектрального состава излучения особенно в ультрафиолетовом диапазоне.

При горении сварочной дуги наблюдается повышение концентрации токсичного озона. Озон образуется при сварочных работах в плазме дуги и за ее пределами вследствие фотохимических и плазмохимических реакций.

При облучении ультрафиолетовыми квантами с длиной волны порядка 255 нм в воздухе цеха происходит диссоциация кислорода с поглощением энергии отдаваемой квантом.

Озон повышает степень окисления оксидов, что ухудшает качество сварного шва.

Для уменьшения выделения озона в атмосферу сборочно-сварочного цеха необходимо выполнение комплекса мероприятий, среди которых наиболее эффективны следующие:

- снижение напряжения на дуге до приемлемого по формированию шва, значения ее длины и, соответственно, сокращение излучающей поверхности;
- сварка проволокой малого диаметра (0,8–1,4 мм) на относительно невысоких токовых режимах 80–300 А, при которых температура дуги ниже и соответственно, ниже интенсивность высокоэнергетического излучения, а необходимая производительность достигается за счет высокого коэффициента расплавления тонкой проволокой;
- сварка при минимально возможном по механическим соображениям расстоянии от среза сопла до поверхности свариваемого изделия, использование сопел специальной конструкции;
- широкое использование светопоглощающих экранов и ширм, устанавливаемых как можно ближе к сварочной дуге;
- вентиляция рабочих мест, применение сварочных масок с противозаэрозольными фильтрами.

Р. В. КУМАШОВ

Научный руководитель А. А. ВАСИЛЬЕВ, канд. техн. наук, доц.  
Научный консультант О. В. КОЗУНОВА  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»  
ОАО «БУРОВАЯ КОМПАНИЯ «ДЕЛЬТА»  
Гомель, Беларусь

В работе предлагается исследование напряженно-деформированного состояния элементов стропильной металлической фермы для различных расчётных схем: с шарнирными и жёсткими узлами. Численная реализация алгоритмов расчета осуществляется с использованием ПК «Ли́ра». В результате проведенных исследований показана некорректность идеализации реальной стропильной фермы в виде расчетной схемы фермы с шарнирными узлами.

ПК ЛИ́РА — многофункциональный программный комплекс, предназначенный для проектирования и расчета машиностроительных и строительных конструкций различного назначения. Основой расчётов является метод конечных элементов (МКЭ). Различные подключаемые модули (процессоры) позволяют делать подбор и проверку сечений стальных и железобетонных конструкций, моделировать грунт, рассчитывать мосты, поведение зданий в период монтажа и т. д.

Исследование напряженно-деформированного состояния элементов стропильной фермы (рис. 1) проводилось по нормальным напряжениям, возникающим в этих элементах.

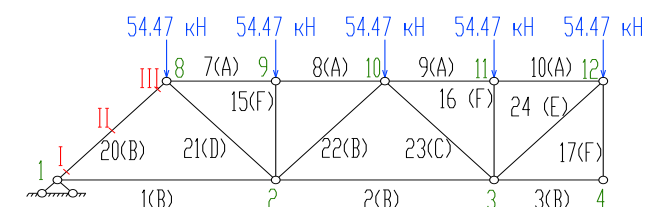


Рис. 1. Расчётная схема стропильной фермы

Для расчётной схемы фермы с шарнирными узлами напряжения в ее элементах вычисляются как в центрально-сжатых или растянутых элементах по формуле (1):

шина также 1-я схема по климатическим характеристикам. Далее были рассчитаны величины пучений грунтов для этих улиц по формулам профессора Н. А. Пузакова [2]:

$$h_{СТРУИШНЯ} = 1,26 \cdot (w_{oc} - w_o) \cdot \sqrt{k_{кап} \cdot T} = 1,26 \cdot (0,29 - 0,12) \cdot \sqrt{7,9 \cdot 120} = 6,6 \text{ см} ; \quad (1)$$

$$h_{РОМАНОВА} = 3,08 \cdot k_2 \cdot \frac{w_o - w_1}{\sqrt{a_0}} \cdot \sqrt{T} = 3,08 \cdot 1,8 \cdot \frac{0,19 - 0,05}{\sqrt{67,2}} \cdot \sqrt{120} = 1,04 \text{ см} ; \quad (2)$$

$$h_{ГРИШНЯ} = 3,08 \cdot k_2 \cdot \frac{w_o - w_1}{\sqrt{a_0}} \cdot \sqrt{T} = 3,08 \cdot 1,7 \cdot \frac{0,23 - 0,08}{\sqrt{67,2}} \cdot \sqrt{120} = 1,1 \text{ см} , \quad (3)$$

где:  $w_0$  – максимальная молекулярная влажность грунта, доли единицы;  $w_1$  – влага в грунте, не способная к передвижению, доли единицы;  $w_{кап}$  – капиллярная влагоемкость грунта, доли единицы;  $w_{oc}$  – начальная осенняя влажность грунта, доли единицы;  $k_2$  – средний коэффициент влагопроводимости, см<sup>2</sup>/сут;  $k_{кап}$  – коэффициент капиллярной влагопроводимости, см<sup>2</sup>/сут;  $a_0$  – параметр, зависящий от физических свойств грунта и климатических особенностей района, см<sup>2</sup>/сут,

$$a_0 = \frac{z^2}{2 \cdot T} ,$$

где  $T$  – продолжительность промерзания грунта, сут;  $z$  – наибольшая глубина промерзания, см.

По полученным результатам видно, что рассчитанная величина пучения грунтов превышает средние показатели для этого района [3]. Грунт, взятый из выбоин, не соответствует требованиям нормативных документов и в нем присутствуют вредные примеси, влияющие на характеристики грунтов по влажности и влагопроводимости. Для улучшения качества грунтов, доставляемых из карьеров Могилевской области на автодороги, необходима их отмывка от пылеватых и глинистых частиц, а также дорожным организациям необходимо в большей степени обрабатывать обводненные запасы качественного песка и песчано-гравийной смеси.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **ГОСТ 8736-93.** Песок для строительных работ. Технические условия.
2. Водно-тепловой режим земляного полотна и дорожных одежд / Под ред. И. А. Золотаря, Н. А. Пузакова. – М. : Транспорт, 1971.
3. **Леонович, И. И.** Дорожная климатология: учебник / И. И. Леонович. – Минск: БНТУ, 2005. – 485с.

#### УДК 629.336.063 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МИРОВОГО ОПЫТА СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТРАКТОРНОМ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ ВАЛОВ ОТБОРА МОЩНОСТИ

М. Ф. АЛЬ-КИНАНИ

Научный руководитель А. И. БОБРОВНИК, д-р техн. наук

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Повышение производительности труда в сельскохозяйственном производстве неразрывно связано с увеличением энергонасыщенности тракторов, рабочих скоростей движения машинно-тракторных агрегатов. Поэтому в тракторном и сельскохозяйственном машиностроении в последнее время интенсивно развивается направление использования мощности двигателя трактора с помощью активного привода рабочих органов сельскохозяйственных машин. Стремясь наиболее полно удовлетворить требования потребителей, зарубежные фирмы предлагают широкую гамму тракторов в диапазоне мощности 11–342 кВт. Анализ показывает, что основными производителями тракторов в широком диапазоне мощности являются фирмы: Case IH, Kioti, Zetor, Deutz-Fahr, Fendt, John Deere, Lamborghini, Massey Ferguson и Same. Благодаря оснащению двигателями с многоклапанным газораспределением улучшаются энергетические показатели тракторов, повышаются их топливная экономичность на частичных нагрузках и холостом ходу, увеличивается крутящий момент на малых и средних частотах вращения коленчатого вала, снижается токсичность выхлопных газов. Для привода активных рабочих органов машин и орудий тракторы оснащаются ВОМ заднего расположения: независимыми одно- или двухскоростными. Преобладают задние ВОМ с ручным включением и механическим управлением. Анализ приводов задних ВОМ ведущих зарубежных фирм показывает, что основным типом привода на тракторах с мощностью двигателя на ВОМ свыше 36,8 кВт (50л.с.) является независимый привод. Для тракторов с мощностью двигателя на ВОМ менее 36,8 кВт основным типом привода остается зависимый или синхронный. Все фирмы подтвердили необходимость широкой гаммы тракторов от минитехники до мощных пахотных тракторов в производственной программе. С учётом всё возрастающей тенденции к расширению номенклатуры и количественного выпуска машин с активными рабочими органами, а также комбинированных агрегатов, ростом энергонасыщенности тракторов, повышением агротехнических требований к качеству технологических процессов и т.д. требует своего решения проблема совершенствования и развития систем отбора мощности тракторов.

ВЫБОР И ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЗМА,  
УПРАВЛЯЮЩЕГО РАБОТОЙ ПРУЖИННОЙ МЕЛЬНИЦЫ

М. Г. БОГАТЫРЕВ

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

В самом общем виде пружинные мельницы представляют собой изогнутые вращающиеся пружины, в которых разрушение производится в сходящихся клиновых пространствах между витками.

Обладая важными преимуществами, а именно простотой конструкции, низкой материалоемкостью и стоимостью изготовления, данный тип мельниц позволяет добиться высокой универсальности применения при незначительном изменении конструкции.

Работа пружинной мельницы в среде вязкого материала сопровождается сложными колебаниями рабочего органа. Пружина испытывает комплекс разнонаправленных механических напряжений, которые ведут к ее разрушению. Различные частицы обрабатываемого материала оказывают существенное влияние на характер колебаний рабочего органа, а именно на диссипативные свойства механизма. В связи с этим возникает необходимость изменения конструктивных параметров мельницы с целью повышения диапазона ее применимости для переработки разных материалов.

Как один из вариантов конструктивных изменений, может быть заменена традиционной опоры трения новой конструкцией, когда свободный конец рабочего органа перекачивается по опорной поверхности под действием инерционных сил. Инерционная сила может быть вызвана размещением дебаланса на концевых витках пружины, которые соприкасаются с корпусом. Целью моделирования является кинематический анализ механизма, благодаря которому будет возможно определить параметры дебаланса таким образом, чтобы консольная часть пружины совершала сложное движение плавного характера. Учитывая, что для разных материалов требуются различные скорости вращения рабочего органа, необходима методика выбора оптимальных параметров дебаланса.

Разрабатываемая методика позволяет определить параметры пружинной мельницы. Результатом работы является создание конструкции пружинной мельницы повышенной надежности.

ПРИЧИНЫ ПУЧИНООБРАЗОВАНИЯ НА ДОРОГАХ Г.МОГИЛЕВА И  
МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ УСТРАНЕНИЮ

О. И. КОМАР, А. А. АФАНЕВИЧ

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

Были проведены исследования и взяты пробы грунта из выбоин на 3-х улицах города Могилёва (ул. Струшня, ул. Романова, ул. Гришина). Далее пробы грунта были проверены в испытательной лаборатории дорожного предприятия КУП "Могилевоблдорстрой". Результаты испытаний представлены в табл. 1 и 2.

Табл. 1. Физико-механический анализ грунтов

№ п/п	Место взятия грунта	Гранулометрический состав в % по весу на ситах, в мм (полные остатки)							Отмучивание, %
		10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	10-5	
1	ул. Струшня	4,71	10,6	24,14	43,14	74,87	92,87	100	17,3
2	ул. Романова	2,24	8,2	22,07	48,54	80,96	94,64	100	14,8
3	ул. Гришина	2,0	15,18	36,39	57,6	79,84	94,51	100	20

Табл. 2. Характеристики грунтов по влажности и влагопроводимости

Тип грунта	w <sub>0</sub> , %	w <sub>1</sub> , %	w <sub>ос</sub> , %	k <sub>2</sub> , см <sup>2</sup> /сут	k <sub>кап</sub> , см <sup>2</sup> /сут
1. Мелкий песок (ул. Струшня)	12	4	29	1,6	7,9
2. Мелкий песок (ул. Романова)	19	5	20	1,8	6,6
3. Супесь (ул. Гришина)	23	8	35	1,7	7

Из представленных данных можно сделать вывод, что содержание в грунтах пылевидных и глинистых частиц значительно превышает допустимую норму [1]. Пучение грунта также зависит от особенностей климата данной местности. По климатическим характеристикам Могилев относится к северо-восточной зоне. Для этого района: T = 120 дней; z = 127 см; α<sub>0</sub> = 62 см<sup>2</sup>/сут.

Из проектных данных было установлено, что для улицы Струшня применима 2-я расчетная схема, для улицы Романова 1-я схема, для улицы Гри-

С. В. ИГНАТОВ

Научный руководитель М. И. НИКИТЕНКО, д-р техн. наук, проф.  
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

Моренные образования чаще всего представлены классом связных грунтов. В результате обработки отчетов об инженерно-геологических изысканиях, выполненных в 2000-2011 гг. для моренных супесей днепровского оледенения был обнаружен факт незначительного увеличения сцепления при одновременном увеличении коэффициента пористости в интервале с 0,3 до 0,35. Данный факт имеет место для супеси с показателем консистенции в интервале  $-0,25 < I_L < 0,25$  (рис. 1).

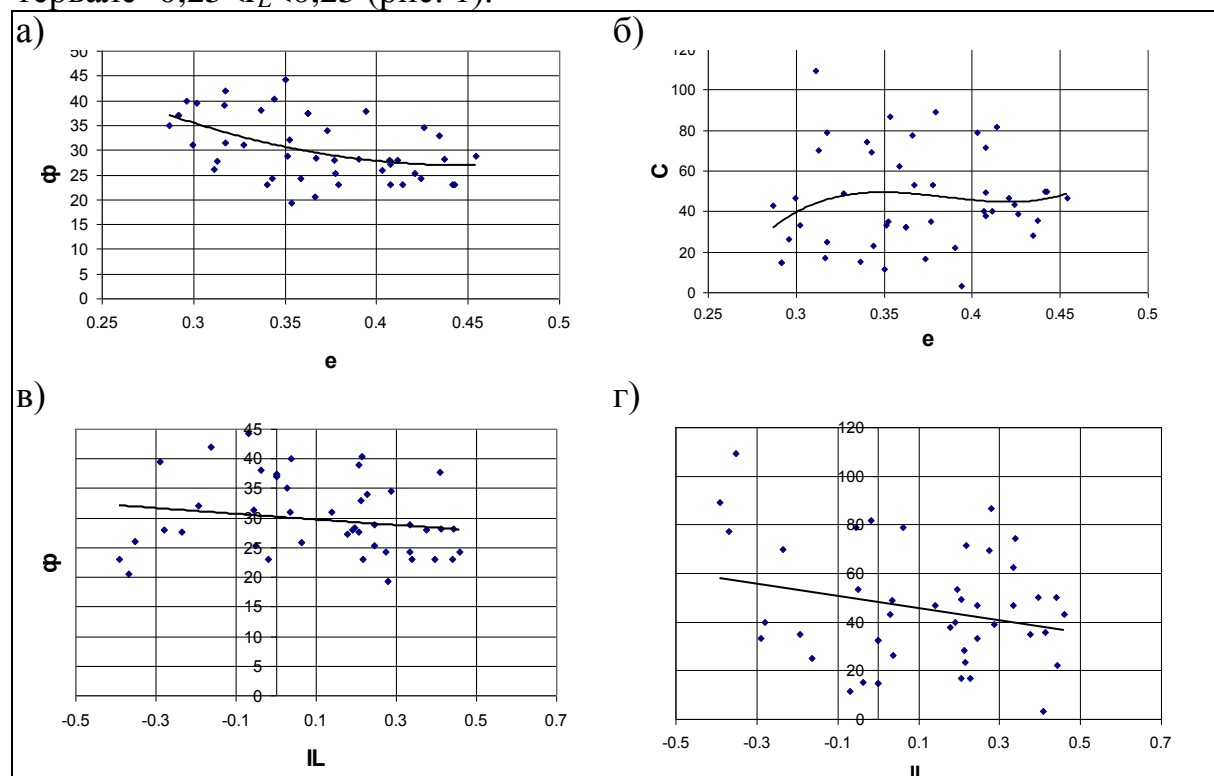


Рис. 1. Графики зависимостей: а) угла внутреннего трения от коэффициента пористости; б) сцепления от коэффициента пористости; в) угла внутреннего трения от показателя консистенции; г) сцепления от показателя консистенции для моренной супеси днепровского оледенения

Полученные предварительные результаты свидетельствуют о необходимости выполнения более широких исследований и изучения архивных материалов изыскательских организаций на территории всей республики. Такие исследования позволят повысить качество и достоверность изыскательских работ с одновременным снижением их стоимости и повышением надежности проектирования и строительства.

И. В. КАРПЕКИН

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

При нарезке щелей в твердых и мерзлых грунтах применяют баровые машины различных модификаций. Также они используются для нарезки узких траншей для прокладки газо- и водопроводов, линии связи. Такая машина обычно состоит из базовой машины и рабочего оборудования. В Республике Беларусь наиболее распространенными моделями являются баровые машины на базе тракторов МТЗ, ДТ-75, Т-170 и Т-10. В связи с общими тенденциями совершенствования техники удельные мощности растут, меняются приводы машин с механического на гидравлический, с ручного управление на дистанционное, что накладывает влияние на основные характеристики машин, такие как: производительность, долговечность, надежность, ремонтпригодность и т.д.

В настоящее время баровое оборудование состоит из механизма изменения положения рабочего органа, редуктора привода рабочего органа, рамы, натяжного устройства и баровой цепи. Выбор параметров оборудования производится по методикам Алимova О. Д. [1], Школьного А. Н. [2], Солода В. И. [3], и осуществляется из расчета усилий, приходящиеся на один резец. Однако, такой расчет основывается только на статических нагрузках и не учитывает динамические. В дальнейшем такой подход сказывается на металлоемкости, надежности, долговечности, экономичности. Для улучшения параметров и характеристик проектируемых машин, необходимо разработать методику выбора основных параметров на основе математического и имитационного моделирования рабочих процессов баровых машин.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Алимов, О. Д.** Баровые землерезные машины / О. Д. Алимов, В. Г. Юдин. – Фрунзе : Илим, 1969. – 281 с.
2. **Школьный, А. Н.** Обоснование выбора конструктивных и технологических параметров исполнительного органа бесковшовых цепных траншекопателей: автореф. дис. ...канд. техн. наук. – Томский государственный архитектурно-строительный университет. – Томск : 2006. – 23 с.
3. **Солод, В. И.** Проектирование и конструирование горных машин и комплексов: учебник для вузов / В. И. Солод, В. Н. Гетопанов, В. М. Рачек. – М. : Недра, 1982. – 350 с.

УДК 625.08

## ВЫБОР КОМПЛЕКТОВ МАШИН ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Е. А. КОСЕНКО

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

В Республике Беларусь для устранения недоремонта автомобильных дорог необходимо ежегодно увеличивать объемы строительных работ. Для восстановления работоспособности асфальтобетонного покрытия необходимо внедрять регенерацию асфальтобетонного покрытия с использованием комплекта ремиксер, обеспечивающего высокие темпы строительного производства [1].

Высокая стоимость комплекта и себестоимость механизированных работ для регенерации асфальтобетонной смеси снижает потребность внедрения современной технологии. Здесь важно рассматривать все технико-экономические показатели этого комплекта при обеспечении его загрузки в течение сезона, включая наработку окупаемости затрат на приобретение и экономию строительных материалов. Горячая регенерация асфальтобетонного покрытия по методу ремикс-плюс позволяет восстанавливать покрытие и одновременно укладывать новый слой износа из свежей асфальтобетонной смеси с одновременным уплотнением двух слоев в горячем состоянии за один рабочий ход, что способствует повышению сцепления между ними и аналогично технологии горячей на горячий позволяет увеличить ресурс дорожного покрытия в 2–3 раза. Кроме того, данная технология по сравнению с традиционной технологией укладки дополнительного слоя асфальтобетонного покрытия позволяет значительно снизить расход строительных материалов. Только анализ с учетом получаемой прибыли от использования комплектов машин позволит принять решение о целесообразности их приобретения.

В соответствии с расчетами авторов при годовом объеме производства работ менее 260 тыс. м<sup>2</sup>/год целесообразно применять традиционный комплект машин и для сравниваемых вариантов превышающая стоимость комплекта ремиксер в 4,2 раза окупается за меньшую наработку (до 30 %) по сравнению с комплектом асфальтоукладчик при их полной загрузке за сезон и работе в одну смену.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Максименко, А. Н. Эксплуатация строительных и дорожных машин : учеб. пособие / А. Н. Максименко. – СПб. : БХВ-Петербург; 2006. – 400с.: ил.

П-22-81 п. 1.3; Пособие по проектированию каменных и армокаменных конструкций к СНиП П-22-81 п. 7.143);

– отделка стен с наружной стороны здания велась параллельно с отделкой со стороны помещения, что может вызвать выпадение конденсата внутри конструкции (ТР 123-01 «Технические рекомендации по отделке наружных стен, выполненных из пенобетонных блоков (ячеистых бетонов)» п. 3.2);

– отделка стен с наружной стороны здания велась в дождливую погоду, что является нарушением требований нормативной документации (ТКП 45-5.09-105-2009 п. 3.9);

– нарушение порядка ведения строительных работ – штукатурные и облицовочные работы велись до устройства кровли с деталями и примыканиями (ТКП 45-5.09-105-2009 п. 3.7), что привело к затворению влаги внутри конструкции.

Дополнительно необходимо отметить, что отсутствие данных о контроле условий внутренней среды помещения, влажности основы – в журнале производства работ – не исключает возможность наличия изначально высокой влажности блоков при ведении штукатурных работ, что приводит к затворению влаги внутри конструкции. Отсутствие данных о времени выдерживания слоев штукатурного покрытия не исключает возможность ухудшения адгезии штукатурных слоев между собой. Вышеперечисленные параметры необходимо контролировать при ведении штукатурных и облицовочных работ согласно СТБ 1473-2004.

Таким образом, основными причинами снижения эксплуатационных качеств (отслоения) штукатурного слоя наружных стен здания доильно-молочного блока явились:

– отступление проекта от требований нормативной документации (СНиП П-22-81 п. 1.3; Пособие по проектированию каменных и армокаменных конструкций к СНиП П-22-81 п. 7.143);

– отступление от проекта подрядной организацией при ведении отделочных работ (толщина штукатурного слоя ниже 15 мм, оконные откосы со стороны помещения не облицованы по периметру оконного проема);

– некачественное ведение отделочных работ подрядной организацией с отступлениями от требований нормативных документов (ТКП 45-5.09-105-2009 п. 3.7, п. 3.9; ТР 123-01 «Технические рекомендации по отделке наружных стен, выполненных из пенобетонных блоков (ячеистых бетонов)» п. 3.2; СТБ 1473-2004).

На сегодняшний день эффективный контроль качества – обязательная и вынужденная необходимость в строительстве – от проектирования до приемки в эксплуатацию.



УДК 624.01/.04

К ВОПРОСУ ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА  
ВЫПОЛНЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Е. В. ЕВТУХОВА, Е. И. ЗДИТОВЕЦ

Научный руководитель А. А. ВАСИЛЬЕВ, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ТРАНСПОРТА»

Гомель, Беларусь

Обеспечение соответствия теплотехнических характеристик нормативным для стеновых ограждений – одна из основных задач сегодняшнего дня для строительной отрасли. Однако требуемое сопротивление теплопередаче должно присутствовать не только при разработке проектного решения.

Рассмотрим эту проблему на реальном примере.

Сотрудниками НИЛ «Строительные конструкции, основания и фундаменты» им. д-ра техн. наук проф. И.А. Кудрявцева в 2012 г. было выполнено обследование здания молочно-доильного блока МТФ на 600 голов дойного стада в н.п. Красный Бор Житковичского района. По проекту стены – двухслойные: несущий слой толщиной до 380 мм выполнен из кирпича керамического полнотелого, слой утепления – пеногазосиликатные блоки толщиной 100 мм оштукатурен, изнутри стены облицованы плиткой керамической глазурованной.

По результатам обследования здания выявлено следующее:

- влажность помещения доильно-молочного блока составляет 85÷90 %, что соответствует мокрому режиму помещения (согласно ТКП 45-2.04-43-2006);
- отсутствие пароизоляционного слоя на внутренней поверхности блоков из ячеистого бетона;
- многочисленные повреждения, свидетельствующие о миграции влаги из помещения наружу;
- толщина штукатурного слоя не соответствует проекту (толщина штукатурного слоя менее 15 мм);
- отступление от проекта при проведении работ по устройству откосов со стороны помещения;
- многочисленные значительные повреждения штукатурного слоя (отслоение) и блоков из ячеистого бетона (размораживание), свидетельствующие о выпадении конденсата на наружной поверхности блоков из ячеистого бетона.

По результатам анализа технической документации установлено:

- при разработке конструкций наружных стен не выполнены требования нормативных документов, учитывающие мокрый режим помещения (СНиП

УДК 629.114.2:621.828.6

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПОВЫШЕНИЯ СЦЕПЛЕНИЯ ДВИЖИТЕЛЕЙ  
МОТОБЛОКОВ С ГРУНТОМ

А. В. КУЛАБУХОВ, О. Е. ПЕЧКОВСКАЯ

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Тягово-цепные качества мотоблоков являются одними из важнейших их эксплуатационных показателей.

Мотоблоки конструируют для определенных условий работы, как например, для сплошной и междурядной обработки почвы на небольших участках, привода стационарных машин, перевозки грузов на небольшие расстояния. Так как у колёсного мотоблока работа орудия осуществляется за счет тягового усилия, создаваемого колёсной ходовой частью, то одним из основных требований, предъявляемым к этим машинам, является развитие больших тяговых усилий.

Проблема повышения тяговых усилий мотоблоков заключается в увеличении силы тяги по сцеплению, которую обычно повышают путем увеличения сцепного веса.

Использование такого подхода приводит к дополнительным энергетическим затратам на передвижение мотоблоков, а также требует больших усилий от оператора во время управления при их эксплуатации. Это особенно актуально в настоящее время при дороговизне топлива. Такие машины становятся менее конкурентоспособными.

Увеличение сцепного веса мотоблоков хотя и влечет за собой повышение максимально возможной силы тяги по сцеплению, однако при этом коэффициент сцепления такой машины даже не остается на прежнем уровне, а уменьшается. Это обуславливается тем, что при увеличении сцепного веса тяговое усилие, реализуемое грунтозацепами, остается практически прежним, а увеличение силы тяги происходит в основном за счет сил трения колес о грунт. Исследования показали, что увеличение коэффициента сцепления двигателя мотоблока с грунтом на 10–15 % возможно за счет оптимизации параметров грунтозацепов.

Такой подход позволит не только сэкономить на материальных затратах при производстве мотоблоков и на топливно-энергетических затратах при их эксплуатации, но и повысить тягово-цепные качества их двигателей.

УДК 621.926  
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОЛОТКОВЫХ ДРОБИЛОК НА ОСНОВЕ  
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ

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

Главными препятствиями дальнейшего развития молотковых дробилок являются несовершенство их рабочих процессов и конструктивного исполнения привода, особенно для крупных типоразмеров с мощностью более 50 кВт [1].

Это объясняется тем, что поведение материала в рабочей камере характеризуется высокой степенью нестабильности, заключающейся в неравномерности приложения ударных импульсов различных бил на частицы различной крупности, а так же скачкообразным снижением интенсивности приложения ударных импульсов начиная с первых ударов по кускам материала, что связано с приданием им характера движения приближенного к движению концевых элементов бильной системы.

С целью дальнейшего совершенствования молотковых дробилок предлагается выполнение бильной системы из отдельных секций, разделенных между собой свободными зонами, а так же встраивание в центральную роторную часть дробилки электромеханических модулей на основе обратимых электродвигателей для каждой из рабочих секций.

Представляемая идеология развития молотковых дробилок состоит в создании такого характера движения материала в рабочей камере, когда бильная система ротора выполняется из отдельных секций с соответствующими разрывами, создающими условия для затормаживания окружного движения частиц и придания им необходимых кинематических характеристик, обеспечивающих повышение эффективности действия ударных элементов на каждом из рядов бил.

Предложена дробилка имеющая электромеханические модули, которые снабжены обратимыми электродвигателями, позволяющими работать рабочему оборудованию не завися друг от друга, так же модули могут вращаться в разных направлениях с различной частотой. Корпус снабжен разборными крестовинами, позволяющие устанавливать и фиксировать данные модули.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сиваченко, Л. А. Технологические аппараты адаптивного действия / Л. А. Сиваченко [и др.]. – Минск, изд. центр БГУ, 2008. – 375 с.

УДК 69+624.131  
ИЗМЕНЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ФЛЮВИОГЛЯЦИАЛЬНЫХ СУГЛИНКОВ СОЖСКОГО ОЛЕДЕНЕНИЯ

Д. А. ДУБОВИК  
Научный руководитель С. В. ИГНАТОВ  
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

Окончательное формирование рельефа Беларуси произошло в период формирования, движения и таяния Сожского ледника. Данный ледник получил свое развитие на территории центральной части Беларуси.

Флювиогляциальные отложения представляют собой отложения талых вод ледника, прошедших через трещины в теле ледника и двигавшихся по дольдом к его краю. На флювиогляциальные отложения приходится до трети всего объема грунтов, которые подвержены воздействию строительной индустрии. Внутренняя текстура данных отложений бывает как косослоистой, так и горизонтально-слоистой. История формирования, преобразования и отложения данных грунтов повлияла на их физико-механические характеристики. В результате статистической обработки результатов лабораторных испытаний, проведенных в 2000 – 2011 годах УП «Геосервис», УП «Фаворит», УП «Фундаменты», УП «ЦНТУС» ледниково-речных суглинков ( $0,0 < I_L < 0,30$ ) Сожского оледенения были уточнены зависимости изменения угла внутреннего трения и сцепления (рис. 1).

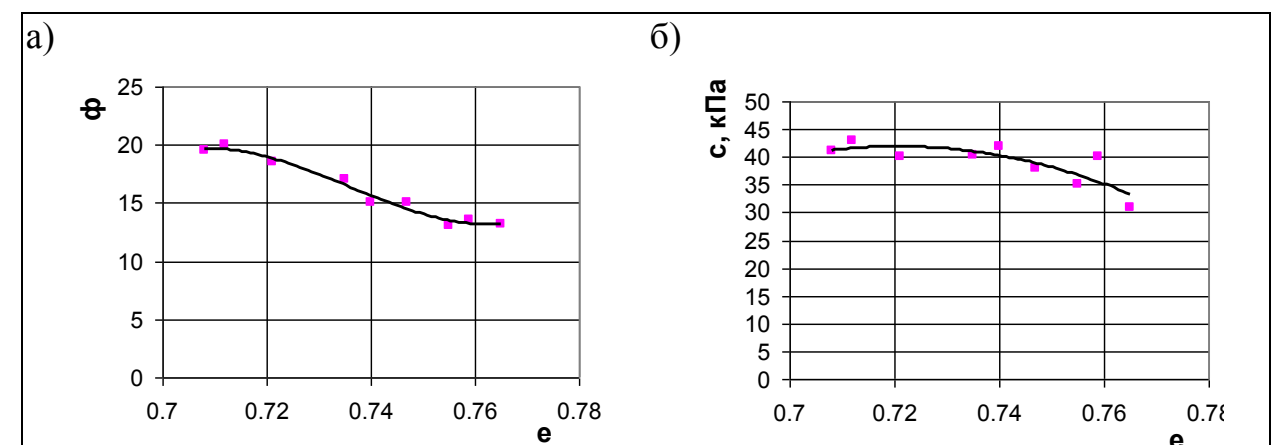


Рис. 1. Изменение прочностных характеристик флювиогляциальных суглинков: а) изменение угла внутреннего трения в зависимости от коэффициента пористости; б) изменение сцепления в зависимости от коэффициента пористости

Полученные зависимости могут быть использованы при проведении геологических изысканий с целью повышения их достоверности и уменьшения сроков опытных лабораторных и полевых работ.

УДК 624.01  
МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ РАБОТЫ КИРПИЧНЫХ СТОЛБОВ И  
ПРОСТЕНКОВ, УСИЛЕННЫХ СТАЛЬНОЙ ОБОЙМОЙ

И. В. ДЕНИСЕНКО

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

Кирпичные столбы и простенки, работающие на сжатие, наиболее сильно подвергнуты разрушающим факторам в процессе эксплуатации. Они требуют особого внимания, так как их аварийное состояние и потеря несущей способности может привести к разрушению всего здания. Возникает необходимость восстановления и усиления столбов и простенков. Одним из способов усиления является устройство стальных обоек.

Стальная обойма – это система из продольных элементов уголкового профиля, устанавливаемых на растворе по углам или выступам конструкции и приваренных к ним поперечных элементов (планок) в виде полосовой или арматурной стали, а также опорных подкладок (при усилении всего столба или простенка, когда на продольные элементы передается часть усилий от вышерасположенных конструкций). Шаг планок принимают не более меньшего размера поперечного сечения и не более 500 мм.

Основной целью работы является определение наиболее эффективного способа усиления сжатых элементов стальной обоймой. Характеристики опытных образцов представлены в табл. 1.

Табл. 1. Характеристики опытных образцов

№ п/п	Характеристика образцов и размеры, (мм)	Кол-во, штук	Исследуемые факторы
1.	Кирпич силикатный 88×120×250	10	Определение марки кирпича
2.	Кирпичный столб 250×250×600	2	Определение прочностных и деформативных характеристик кладки
3.	Кирпичный столб, усиленный стальной обоймой из четырех уголков размером 50х5 и соединительных планок 250×250×600	2	Определение прочностных и деформативных характеристик
4.	Бетонные кубы 70×70х70	10	Прочностные характеристики в возрасте 28 суток

УДК 629.08

ВЛИЯНИЕ ТОНКОСТИ ОЧИСТКИ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ НА  
ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ  
ГИДРОПРИВОДА СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН

Е. В. КУТУЗОВА

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

Безотказность работы гидрофицированных строительно-дорожных машин (СДМ) в значительной степени зависит от состояния гидропривода, отказы которого составляют свыше 40 % отказов по машине в целом и свыше 60% ее простоев связано с устранением этих отказов [1].

Современные СДМ в основном оснащены объемным гидроприводом, элементы которого соединены последовательно, что значительно снижает безотказность его работы и на прямую влияет на работоспособность машины.

На работоспособность гидропривода СДМ значительное влияние оказывает чистота рабочей жидкости (РЖ). Во время работы машины в РЖ попадают продукты износа сопряженных пар сборочных единиц гидросистемы, а также грязь из окружающей среды. Чаще всего загрязнение гидропривода происходит при доливе РЖ и разгерметизации системы при ремонтах.

Чем выше тонкость очистки РЖ, тем меньше загрязнений находится в гидросистеме СДМ. Высокая тонкость очистки снижает интенсивность износа сопряженных пар, что характеризуется малым изменением коэффициента полезного действия (КПД) гидросистемы, по сравнению с аналогичными машинами с низкой тонкостью очистки.

Экспериментальные исследования на экскаваторах пятой размерной группы российского производства, с чистотой РЖ в 25 мкм, показали, что после наработки в 5000 моточасов время цикла выполнения рабочих операций значительно увеличивается, а КПД гидросистемы резко снижается в то время как для зарубежных аналогов, с чистотой РЖ в 1,5 мкм, они изменяются незначительно.

Для устранения попадания в гидросистему загрязнений при доливе и замене РЖ, повышения КПД и улучшения работы элементов гидросистемы целесообразнее использовать масла с высоким ресурсом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эксплуатация подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин: учебник / А. В. Рубайлов [и др.]; под ред. Е. С. Локшина. – М. : Изд.центр «Академия», 2007. – 512с.

УДК 629.027:539.3  
АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СИЛЫ ТЯГИ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ  
ШИНЫ СДМ

Н. Н. ЛУКАШКОВ

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

Тяговая сила пневматического движителя, определяется по количеству грунтозацепов, находящихся в контакте с грунтом. При этом учитывается количество полностью погруженных грунтозацепов, без учета внедряющихся, что связано с недостаточностью исследования процессов, имеющих место при их внедрении. Касательная тяговая сила движителя при движении по грунту зависит от прочностных свойств опорной поверхности [1, 2], которые изменяются по мере внедрения грунтозацепа. Это необходимо учитывать при определении напряжений грунта под внедряемым грунтозацепом.

Аналитическое описание процесса внедрения грунтозацепа составляем на основании рассмотрения взаимодействия элементарной точки, соответствующей поверхности грунтозацепа с элементарным объемом грунта, входящего с ней в контакт. При этом учитываем, что не происходит проскальзывания между грунтом и поверхностью.

При расчете реализуемой максимальной силы тяги рассмотрим напряженное состояние грунта и возможность сдвига последнего как под опорной поверхностью, так и под передней поверхностью грунтозацепа. Для определения угла сдвига грунта используем методику, предложенную проф. Берестовым Е.И. [3], которая построена на основании положений теории пассивного давления грунта на подпорные стенки, суть которых сводится к определению давления, действующего со стороны грани грунтозацепа и определения положения появившейся в грунте площадки скольжения при известных граничных условиях на удерживающей поверхности грунта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гуськов, В. В.** Оптимальные параметры сельскохозяйственных тракторов / В. В. Гуськов. – М. : Машиностроение, 1966. – 200 с.
2. **Агейкин, Я. С.** Вездеходные колесные и комбинированные движители / Я. С. Агейкин [и др.]. – М. : Машиностроение, 1972. – 184 с.
3. **Берестов, Е. И.** Соппротивление грунтов резанию: монография / Е. И. Берестов, А. П. Смоляр. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т. – 2008. – 178 с.

УДК 69.022  
РАБОТА КАМЕННОЙ КЛАДКИ ПРИ СЖАТИИ ПОД УГЛОМ  
К ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ РАСТВОРНЫМ ШВАМ

И. Е. ДЕМЧУК

Научный руководитель В. Н. ДЕРКАЧ, канд. техн. наук  
Ф-л РУП «ИНСТИТУТ БЕЛНИИС» НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР  
Брест, Беларусь

Каменная кладка является неоднородным композиционным материалом, состоящим из камней, объединенных растворными швами. Прочностные и деформационные характеристики кладки обычно получают путем испытаний опытных образцов.

В последнее время за рубежом для получения прочностных и деформационных характеристик каменной кладки используются численные расчеты с применением расчетных комплексов. Основными способами численного моделирования являются методы микро- и макро моделирования.

В рамках настоящей работы были произведены экспериментальные испытания образцов каменной кладки размером 510x515 мм, выполненных из полнотелых керамических кирпичей КРО-150/25 по СТБ 1160-99. Образцы были изготовлены на трех марках раствора. Нагружали образцы кладки по линии диагонали до достижения разрушения.

По результатам испытаний рассчитывались главные растягивающие напряжения согласно методике, представленной в RILEM LUMB 6.

В рамках численного моделирования было произведено микро- и макро моделирование опытного образца каменной кладки. Деформационные характеристики кирпича, раствора, а кладки были получены по результатам предварительно проведенных испытаний.

Характер распределения и величина полученных усредненных главных растягивающих напряжений удовлетворительно согласуются с результатами экспериментальных исследований.

Величина отношения значений главных растягивающих напряжений, полученных численным расчетом макро модели, к экспериментальным значениям, для всех значений прочности раствора составила  $\approx 0,7$ . Для микро модели данное отношение оказалось в пределах от 0,7 до 0,99 в зависимости от прочности кладочного раствора.

Данные результаты согласуются с данными исследований других авторов в данной области, что говорит о положительном опыте использования численного моделирования испытаний каменной кладки.

Следует развивать исследования каменной кладки, направленные на совершенствование микромоделей, позволяющих учитывать физическую нелинейность материалов, нелинейность работы слоев кладки в зонах контакта, механику разрушения материалов.

УДК 697.133:69.056.52

ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
СТАЛЕБЕТОННЫХ ПЛИТ

Л. В. ГАПОНОВА

Научный руководитель И. И. КАПЦОВ, д-р техн. наук, проф.  
«ХАРЬКОВСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ГОРОДСКОГО  
ХОЗЯЙСТВА»  
Харьков, Украина

Разработке методов расчета температурно-влажностных полей посвящены работы С. Л. Фомина, С. В. Александровского, А. В. Белова, П. И. Васильева, Г. Д. Вишневого, А. А. Гвоздева, А. В. Лыкова [1].

В настоящее время широкое распространение получили сталебетонные плиты покрытий и перекрытий промышленных, сельскохозяйственных и гражданских зданий [2].

Исходными данными для расчета влажностного режима являлись: относительная влажность и температура наружного воздуха г. Харькова и температура внутреннего воздуха  $t_{в}=+18$  °С при относительной влажности 70 %. Применена методика, предложенная К. Ф. Фокиным [3] и выполнен расчет нестационарного влажностного режима современных ограждающих конструкций. Рассмотрена сталебетонная плита перекрытия, сочетающая в себе функции несущей и теплоизолирующей конструкции. Плита включает многопустотную пенобетонную плиту с утеплителем, армированную стальной мембраной, расположенной в нижнем поясе плиты.

Выполненные расчеты сезонного распределения влажности в сталебетонной плите при нестационарных условиях показывают, что изменение влажности не превышает допустимых пределов – 6 %.

Сталебетонные ограждающие конструкции, используемые в комплексе с теплоизоляционными материалами, позволяют создавать ограждающие конструкции, сочетающие в себе функции несущей и теплоизолирующей конструкции и обладающие высокими эксплуатационными характеристиками в широком диапазоне изменения тепловлажностных параметров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Фомин, С. Л.** Работа железобетонных конструкций при воздействии климатической, технологической и пожарной среды: дис..... д-ра техн. наук: 05.23.01; 05.26.03 / Харьковский гос. техн. ун-т строительства и архитектуры. – Харьков, 1997. – 554 с.
2. **Пат. 2140500 РФ, МКИ<sup>4</sup> Е 04 В 5/40.** Сталебетонное перекрытие. / Э. Д. Чихладзе, В. И. Колчунов, Е. В. Стафинова Е.В. – № 07109091; заявл.28.05.97; опубл. 27.10 1999; Бюл.№ 30.
3. **Фокин, К. Ф.** Строительная теплотехника ограждающих частей зданий / К. Ф. Фокин. – М. : Стройиздат, 1973. – 287 с.

УДК 621.878.6

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ  
ТЕМПЕРАТУРЫ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ ГИДРОСИСТЕМЫ  
ДЛЯ ОДНОКОВШОВОГО ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА

А. Е. НАУМЕНКО

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

В настоящее время на строительно-дорожных машинах, выпускаемых в Республике Беларусь, регулирование температуры рабочей жидкости гидросистемы не используется.

В начале рабочей смены после длительной остановки температура рабочей жидкости равна температуре окружающей среды. В процессе работы машины она увеличивается за счёт наличия внутренних сопротивлений гидросистемы до определённого установившегося значения, зависящего от температуры окружающей среды, параметров гидрооборудования, гидравлической арматуры и режима работы машины. Время нагрева рабочей жидкости гидросистемы до установившейся температуры, непостоянно и зависит от режима работы машины и условий окружающей среды, при этом, потери энергии в гидросистеме также не постоянны и изменяются в течение рабочей смены.

Для гидросистемы одноковшового фронтального погрузчика МоАЗ-4048 автором произведён анализ потерь энергии в гидросистеме, который позволил определить диапазон рациональных температур рабочей жидкости, при которых потери энергии в гидросистеме имеют минимальное значение. На основании полученных данных разработаны рекомендации по регулированию температуры рабочей жидкости при различных температурных условиях окружающей среды.

Применительно к погрузчику МоАЗ-4048 рассмотрены различные способы подогрева рабочей жидкости гидросистемы и произведён их сравнительный анализ, в результате которого определен наиболее выгодный способ подогрева (выхлопными газами ДВС). Подобраны параметры устройства поддержания температуры рабочей жидкости в зоне рациональных температур.

Экономическая оценка, выполненная автором, показала, что при использовании для погрузчика МоАЗ-4048 разработанных рекомендаций по регулированию температуры рабочей жидкости, в зависимости от условий окружающей среды, экономия топлива составляет до 4,33 л за рабочую смену, при этом себестоимость машино-часа работы машины снижается на величину до 6,9%.

УДК 621.926  
ПРЕДПОСЫЛКИ УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕРЕВЯННЫХ  
ИЗДЕЛИЙ МЕХАНИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

А. В. РАГОВИЦКАЯ

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

Большинство деревянных конструкций, которые используются в настоящее время в различных сферах деятельности человека, имеют достаточно низкое качество своей естественной поверхности. Современные методы, используемые для обеспечения этим поверхностям нужных защитных свойств, как правило, не обеспечивают нужных характеристик по различным критериям, таким как долговечность, цветовая стабильность, прочность и других свойств.

Анализ патентной информации и научно-технической литературы позволяет нам высказать предположение, что одним из возможных вариантов улучшения технических характеристик поверхности изделий и конструкций может быть метод упрочнения поверхности механическими методами. Данные методы можно функционально соотнести к механизмам поверхностно-пластической деформации, которые применяются при обработке изделий в машиностроении.

Для деревянных изделий характерны свои критерии прочности, твердости и ударной вязкости, которые влияют на особенности использования всего изделия. Прочность древесины зависит от направления и скорости действия нагрузки, породы древесины, ее плотности, влажности и наличия пороков. Например, прочность древесины вдоль волокон под действием растягивающих нагрузок около 130 МПа, а под действием сжимающих нагрузок – около 100 МПа, прочность при скалывании – 0,5 МПа. Твердость древесины в торцовом направлении выше твердости в тангенциальном и радиальном направлениях в среднем на 30–40 %, но чем выше твердость, тем труднее ее обрабатывать [1].

Наиболее экономично будет упрочнять только внешнюю часть изделия. Решение данной проблемы можно представить в виде воздействия шарами, стержнями, или валками. При данных воздействия упрочняется верхний слой, который может быть улучшен при нанесении лаковых, окрасочных и других составов. Нами разработаны варианты упрочнения поверхностей деревянных изделий методами прокатки между валками и виброштифтовой обработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Зубарев, Г. Н.** Конструкции из дерева и пластмасс учебное пособие/ Г. Н. Зубарев, И. М. Лелин. – М. : Высшая школа, 1980. – 311с.

УДК 69.022  
ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЕРАМИЧЕСКИХ  
ПОЛНОТЕЛЫХ КЛАДОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И РАСТВОРА ОБЩЕГО  
НАЗНАЧЕНИЯ ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

А. В. ГАЛАЛЮК

Научный руководитель В. Н. ДЕРКАЧ, канд. техн. наук  
Ф-л РУП «ИНСТИТУТ БелНИИС» НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР  
Брест, Беларусь

С развитием компьютерной техники и программного обеспечения современные инженеры имеют возможность выполнить численный анализ напряженно-деформируемого состояния каменной кладки, при различного рода воздействиях. При этом каменная кладка может рассматриваться как однородный анизотропный материал (метод макромоделирования) или как материал состоящий из кладочных элементов и раствора (микромоделирование). При решении задач на микромоделях каменной кладки требуется знание деформационных характеристик кладочных элементов и раствора.

Целью настоящих исследований являлось определение деформационных характеристик керамических полнотелых кладочных элементов и кладочного раствора заводского изготовления и установление аналитической зависимости модуля упругости от прочности раствора при сжатии.

Для определения деформационных характеристик кладочных элементов и кладочных растворов были изготовлены четырехгранные призмы размера: 250×65×65 мм и 300×70×70 мм соответственно.

Образцы испытывались при помощи гидравлического пресса П-10. Для измерения относительных деформаций призм использовались тензодатчики с базой 20 мм и автоматический измеритель деформаций АИД-4.

В результате проведенных испытаний были получены аналитические зависимости для определения начального и секущего модулей упругости:

$$\text{– начальный модуль упругости} \quad E_{0m} = 2140 f_m^{0,75} \quad (1)$$

$$\text{– секущий модуль упругости} \quad E_m = 2155 f_m^{0,68} \quad (2)$$

Коэффициент Пуассона ( $\nu_m$ ) при увеличении прочности раствора ( $f_m$ ) с 3,1 МПа до 10,9 МПа изменялся от 0,23 до 0,17. При численных расчетах каменной кладки методом макромоделирования, коэффициент Пуассона ( $\nu_m$ ) можно принимать  $\approx 0,2$ .

Также были определены деформационные характеристики керамического полнотелого кирпича. Начальный ( $E_{0b}$ ) и секущий ( $E_b$ ) модули составили 13740 МПа и 11850 МПа соответственно. Коэффициент Пуассона при 1/3 от разрушающей нагрузки – 0,11.

УДК 693.554:621.791

ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КРЕСТООБРАЗНОГО  
СОЕДИНЕНИЯ ИЗ АРМАТУРЫ МАЛЫХ ДИАМЕТРОВ

В. В. ВРУБЛЕВСКАЯ

Научный руководитель А. А. ВАСИЛЬЕВ, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Гомель, Беларусь

Целью настоящей работы является оценка несущей способности крестообразного узла, выполненного из арматурных стержней диаметрами менее 5, 6, 8 и 10 мм, соединенного дуговой сваркой полуавтоматом в среде активного газа плавящимся электродом.

Сварка крестообразного соединения производилась на сварочном автомате инверторного типа КИТ500 дуговым способом в среде активного газа плавящимся электродом на постоянном токе обратной полярности 170–190 А. На арматурные стержни наносился сварной шов типа КЗ-Рр [1] с одной стороны и с двух сторон. Механические испытания соединений производились на разрывной машине согласно [1] и выполнялись путем приложения к образцам одноосной растягивающей нагрузки и.

Оценивая результаты испытаний образцов на разрыв необходимо отметить, что нормативную нагрузку выдержали все 100 % образцов. Только при приложении нагрузки превышающей нормативную в 2,5–3 раза наблюдалось разрушение крестообразного соединения. Так в 81 % случаев разрушались в зоне сварного шва, а в 19 % случаев по сварному шву.

Экспериментальные исследования показали, что крестообразные соединения арматуры диаметрами менее 10 мм, выполненные дуговой сваркой полуавтоматами в среде активного газа плавящимся электродом, обеспечивают требуемое значение предела прочности и выдерживают нагрузки намного превышающие нормативные. Преимуществами данного способа сварки являются высокая производительность (примерно в 2,5 раза выше, чем при контактно-точечной сварке), высокоэффективная защита расплавленного металла, особенно при использовании инертных газов, широкий диапазон толщин свариваемых заготовок (от десятых долей миллиметра до десятков миллиметров), возможность сварки в различных пространственных положениях, отсутствие необходимости зачищать швы при многослойной сварке. Поэтому данный вид сварки может быть рекомендован к внедрению для усовершенствования технологического процесса армирования стеновых панелей.

УДК 625.08

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТАВА КОМПЛЕКТА КАТКОВ ПРИ  
УПЛОТНЕНИИ ДОРОЖНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

С. С. СВЕТОНОСОВ, С. С. СВЕТОНОСОВ

Научный руководитель С. Б. ПАРТНОВ, канд. техн. наук, доц.

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Уплотнение дорожно-строительных материалов и покрытий – наиболее важный и трудоемкий этап в технологическом процессе строительства автодорог. Процесс уплотнения необходимо вести таким образом, чтобы контактные давления под вальцами катка были соизмеримы с пределом прочности материала на всех этапах уплотнения.

Нужный эффект уплотнения может быть достигнут только при условии правильного выбора давления под вальцами катка. Для получения наибольшей деформации, эти давления должны быть возможно более близкими к предельно прочностным показателям уплотняемого материала, но не превосходить их. Поэтому, чтобы сопоставить развиваемые под вальцом катка контактные напряжения  $\sigma_k$  с пределом прочности материала  $\sigma_p$  на протяжении всего периода уплотнения, необходимо аналитически их определить в зависимости от физико-механических свойств материала и параметров катка.

Эффективность процесса уплотнения зависит от ряда факторов, которые относятся к рабочим параметрам катков, режимам их работы и к параметрам уплотняемого слоя материала.

Целью настоящей работы является разработка эффективной технологии уплотнения асфальтобетонной смеси на основе учета технологических и климатических факторов.

При уплотнении асфальтобетонного покрытия комплектом катков необходимо правильно устанавливать температурные интервалы. Учитывая пределы прочности асфальтобетонной смеси при различных температурах необходимо, чтобы давления, развивающиеся на контакте рабочей поверхности катка с уплотняемым материалом, имели величину напряжений, довольно близкую к пределу прочности смеси, но не превосходящую его.

Контактные давления под вальцами катка определяются конструктивными параметрами катков. Модуль деформации смеси зависит от ее температуры. Для выявления характера изменения температуры асфальтобетонной смеси при разных условиях внешней среды был проведен эксперимент в производственных условиях.

Таким образом, используя эти зависимости, можно оценить физико-механические свойства среды и составить математические модели взаимодействия вальца с материалом на всех этапах уплотнения.

УДК 621.9  
 НОВАЯ ПОДЗЕМНАЯ ТЕХНИКА МоАЗ: МоАЗ-4075 – ПОГРУЗОЧНО-ДОСТАВОЧНАЯ МАШИНА ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ 16 ТОНН

С. Н. СЕМКО, Е. А. МАЦУКОВ, А. Н. ЗОХАН  
 НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ОАО «БЕЛАЗ»  
 Могилев, Беларусь

С целью расширения гаммы выпускаемых машин для подземных работ ведутся разработки погрузочно-доставочной машины МоАЗ-4075 грузоподъемностью 16 тонн. В 2012 г. планируется разработка и изготовление опытного образца погрузочно-доставочной машины МоАЗ-4075 грузоподъемностью 16 тонн. При разработке учитывается опыт эксплуатации погрузочно-доставочной машины МоАЗ-4055 и 14 зарубежных аналогов, особое внимание уделяется также унификации узлов с серийно выпускаемыми машинами. Планируется установить: двигатель ЯМЗ мощностью 400 л.с., гидромеханическую передачу и ведущие мосты производства «БелАЗ», многодисковые тормоза в масляной ванне с гидравлическим двухконтурным приводом. Опытно-конструкторские работы проводятся в рамках ГНТП «Машиностроение» по теме КТ-02.05 «Разработать и освоить производство машины погрузочно-доставочной (МПД) грузоподъемностью 16 тонн» при тесном сотрудничестве с научными коллективами Белорусско-Российского университета и ОИМ НАН РБ.

Машина предназначена для погрузочно-доставочных работ с взорванными или разрыхленными механическим способом породами в стесненных условиях подземных шахт и проходах, не опасных по пыли и газу, а также в условиях открытой добычи полезных ископаемых.

Табл. 1. Техническая характеристика погрузочно-доставочной машины МоАЗ-4075

Параметр	Значение
Колесная формула	4x4
Грузоподъемность, кг, не более	16000
Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	
– геометрическая	6,5±0,25
– номинальная	8,4±0,25
Масса снаряженная МПД, кг, не более	45000
Масса полная, кг, не более	61000
Максимальная скорость движения МПД эксплуатационной массой, км/ч	20
Наибольший угол подъема, который преодолевает МПД полной массой на твердом грунте, град	15°

УДК 624.012  
 РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ НОРМАЛЬНЫХ И НАКЛОННЫХ СЕЧЕНИЙ УСИЛЕННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ МАЛОЦИКЛОВОМ НАГРУЖЕНИИ

Ю. Г. БОЛОШЕНКО  
 Научный руководитель С. Д. СЕМЕНЮК, д-р техн. наук, доц.  
 Государственное учреждение высшего профессионального образования «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
 Могилев, Беларусь

Проектирование железобетонных конструкций, усиленных методом добетонирования, основано на способах расчёта сборно-монолитных конструкций составного сечения с учётом целого ряда особенностей: предыстории нагружения; совместной работы бетонов в зоне контакта; жесткости контактного шва; перераспределения внутренних усилий между бетонами и арматурой.

В рекомендациях, разработанных НИИСК, связь между напряжениями и деформациями бетона принимается в виде двухлинейной диаграммы (упругопластическая модель расчета), в соответствии с которой эпюра нормальных напряжений в бетоне сжатой зоны в виде прямоугольной трапеции с высотой участка постоянных напряжений равной  $\lambda \cdot x$ , где  $x$  – среднее значение высоты сжатой зоны,  $\lambda$  – коэффициент пластичности бетона.

Расчёт по упругопластической модели имеет некоторые особенности. В случае, если нейтральная линия проходит в бетоне усиления, элемент рассчитывается как состоящий из бетона одного вида и класса (бетона усиления с прочностью  $f_{c,ad}$ ), если в бетоне основной конструкции – как состоящей из бетона одного вида и класса по приведенной прочности  $f_{c,red}$ . Высота сжатой зоны  $x$  находится путем решения квадратного уравнения типа  $A_1 \cdot x^2 + A_2 \cdot x + A_3 = 0$ . Прочность нормальных сечений при действии малоцикловых нагрузок может быть с достаточной точностью рассчитана с учётом изменения прочности сжатого бетона при малоцикловых нагружениях различных уровней: напряжения в бетоне сжатой зоны определяются с учётом коэффициента  $\gamma_{c,cyc}$ , вид бетона учитывается коэффициентом  $k_{срс}$ .

На основании обработки большого количества экспериментальных данных А.Б. Голышева, А.Н. Бамбуры, С.Д. Семенюка были построены графики «К – a/d», которые позволяют перейти от деформаций граничной сжимаемости в направлении главных сжимающих напряжений к деформациям крайних сжатых волокон бетона путем уточнения при помощи коэффициента К значения коэффициента пластичности (замена  $\lambda_c$  на  $\lambda_c^*$ ).

Таким образом, для проверки прочности нормальных и наклонных сечений можно использовать одну расчетную методику – упругопластическую модель – для элементов с различными механизмами разрушения.



УДК 629.113  
ДИСКОВЫЕ ТОРМОЗА С ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

А. В. ЮШКЕВИЧ, М. Л. ПЕТРЕНКО

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

Повышение безопасности движения транспортных средств требует новых решений при создании тормозных механизмов.

Дисковые тормоза нашли широкое применение на транспортных средствах, в том числе и на мотоциклах, благодаря таким преимуществам, как стабильность тормозного момента, уравновешенность тормоза, уменьшение неподрессоренной массы, удобство размещения тормоза в колесных узлах.

Однако большая часть дисковых тормозов имеет гидравлический привод, исходя из этого, приходится мириться с его сложностью, а также высокой стоимостью и опасностью потери работоспособности при нередком выходе из строя тормозного шланга. Все это означает, что использование гидравлического привода влечет за собой как увеличение общей стоимости транспортного средства, так и его сложности.

Одновременное снижение стоимости и повышение надежности дискового тормоза можно достигнуть, используя механический привод. Однако из-за наличия в механическом приводе тросика, который в процессе эксплуатации растягивается и, следовательно, требует замены либо оснащения привода механизмом для автоматической подтяжки. Однако все это повышает стоимость и сложность механизма, и как результат, уменьшает ресурс эксплуатации дискового тормоза.

Для решения ряда проблем, связанных со снижением стоимости, увеличением эффективности и надежности и увеличением ресурса работы механизма, нами был разработан дисковый тормоз с электромеханическим приводом, который обладает рядом таких преимуществ, как большие тормозные моменты при сравнительно небольших размерах самого тормоза, стабильность работы, возможность использования дискового тормоза с электромеханическим приводом на различных видах транспортных средств, использование данного типа дискового тормоза в качестве аварийного и стояночного тормоза, повышение безопасности тормозной системы за счет использования электромеханического привода при передаче на механизм управляющего воздействия, увеличенный ресурс эксплуатации тормозного механизма без дополнительного обслуживания, относительно низкая стоимость изготовления механизма с приводом.

УДК 69.002.05  
СТАЦИОНАРНО-ПРИЦЕПНОЙ БЕТОНОНАСОС МОАЗ-8901 И СТРЕЛА  
ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ РАЗДАТОЧНО-РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ СГРР-024

С. Н. СЕМКО, А. А. ПОЛЯКОВ, А. В. ЯКУБОВСКИЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ОАО «БЕЛАЗ»  
Могилев, Беларусь

В соответствии с Республиканской межотраслевой программой организации производства импортозамещающей продукции для строительства Могилевским автозаводом – филиалом ОАО «БелАЗ» разработаны и изготовлены опытные партии совершенно новых для предприятия изделий: стационарно-прицепного бетононасоса МоАЗ-8901 и стрелы гидравлической раздаточно-распределительной СГРР-024.

Бетононасос в сочетании с раздаточной стрелой – это самостоятельная система для распределения бетона на строительном объекте. Мачта, представляющая из себя раздаточную стрелу на трубной колонне, может самостоятельно подниматься с этажа на этаж с помощью специального самоподъемного устройства, позволяя бетону доставляться с высокой производительностью.

МоАЗ-8901 позволяет осуществлять подачу бетонной смеси на расстояние до 250 метров по горизонтали и до 115 метров в высоту. Максимальная производительность – 90 м<sup>3</sup>/час.

В основе бетононасосной системы заложены компоненты производства южнокорейской компании Everdigm Corp., а именно загрузочный бункер с S-клапаном, бетононасосные цилиндры, блок гидравлического управления, пульта управления бетононасосом, гидравлическая система оснащена гидроаппаратами производства Bosch-Rexroth.

Привод гидросистемы осуществляется с помощью двигателя производства ОАО «Минский моторный завод» D260.1S2 мощность 115 кВт.

Стрела предназначена для подачи бетонной смеси на высоту и в труднодоступные места при возведении высотных зданий и сооружений из монолитного бетона и железобетона, строительстве мостов и т.д.

СГРР-024 также разработана на основе компонентов компании Everdigm Corp., от которой позаимствованы насосная станция с поворотным механизмом и сама четырех секционная стрела. На данном этапе локализовано производство крестообразной опоры, колонн длиной 4 и 6 м, лестничных элементов, рабочей платформы, адаптера для крепления насосной станции, а также межэтажных платформ и гидроцилиндров системы самоподъема стрелы.

УДК 926.621

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЕДИНИЧНЫХ АКТОВ РАЗРУШЕНИЯ  
СТЕРЖНЕВОГО 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»

Дальнейшее развитие техники измельчения, основанной на традиционных принципах, уже практически невозможно из-за достижения предела в своём развитии. Это означает, что необходимо создание нового оборудования, основанного на более эффективных принципах и механизмах измельчения материалов.

Одним из перспективных направлений совершенствования измельчительных машин является предложенный в последнее время стержневой способ измельчения материалов. Он основан на создании высоких контактных напряжений в частицах разрушаемых компонентов при периодическом воздействии на них торцовых поверхностей собранных в пакеты или щётки стержневых элементов. Рабочее звено приводится во вращательное или возвратно-поступательное движение и производит интенсивное разрушение, взаимодействуя с другими элементами конструкции.

Для разработки промышленных образцов стержневых (штифтовых) измельчителей требуется установить количественные соотношения между прилагаемым внешним усилием и характеристиками измельчительного продукта. Это проще всего осуществить методами физического моделирования процесса.

Инструментальное оформление процесса нами осуществлено путём установки цилиндрических стержней диаметром 3 мм в планшайбе, которая прижимается на гидравлическом прессе к опорной поверхности с распределённым ровным тонким слоем на ней подлежащих измельчению частиц материала. Размеры зоны разрушения в плане ограничены кольцом диаметром 30 мм, а усилие разрушения задаётся прессом.

Проведённые испытания со всей очевидностью показали, что в сравнении с измельчением такого же материала плоской поверхностью эффективность процесса выше на 30-40 %, что прежде всего проявляется в увеличении выхода мелких фракций, особенно по классу 0,08 мм. Такая закономерность зафиксирована при разрушении кварцевого песка, цементного клинкера, керамики и доломита.

Результаты исследований заложены в методику расчёта проектируемой вибро-ударной штифтовой мельницы промышленного назначения.

УДК 614.842.611

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ПОЖАРНОГО АВТОМОБИЛЯ ПУТЕМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ  
СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ

И. А. ШМУЛЕВЦОВ

Государственное учреждение образования  
«ИНСТИТУТ ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ»  
МЧС Республики Беларусь  
пос. Светлая Роща, Беларусь

Эффективность систем охлаждения пожарных автомобилей при эксплуатации в различных климатических условиях и при переменных нагрузочных режимах, пути ее повышения являются недостаточно изученной областью знаний. Возникает необходимость в разработке научных подходов и конструкторских решений, способствующих обеспечению заданного температурного режима системы охлаждения дизеля, совершенствовании существующих конструкций жидкостного и воздушного контуров, а также разработке технических средств, позволяющих обеспечивать температурный режим системы охлаждения дизеля.

Перегрев дизеля в эксплуатации вынуждает конструкторов преднамеренно развивать габариты радиаторов и теплообменников, увеличивая расход дорогостоящих цветных металлов и затраты мощности на привод жидкостного насоса и вентилятора. Именно поэтому изучение температурного режима системы охлаждения дизеля пожарного автомобиля, разработка путей и технических средств его обеспечения – важная и актуальная задача, решение которой обеспечивает повышение эффективности работы пожарных автомобилей.

При работе на максимальной мощности, повышенной температуре охлаждающей жидкости температурный режим системы охлаждения двигателя приобретает неустановившийся характер.

Заданный температурный режим системы охлаждения нельзя обеспечить, рассчитывая только на одно значение температуры без применения системы автоматического регулирования.

УДК 629.113

ЭЛЕКТРОННО-МЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА АКТИВНОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

М. Л. ПЕТРЕНКО, А. В. ЮШКЕВИЧ

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

Большие финансовые потери, а также гибель людей в дорожно-транспортных происшествиях заставляют все страны мира проводить активную работу по созданию соответствующих систем транспортных средств, способных повысить безопасность движения.

Для повышения безопасности движения транспортных средств на них устанавливаются системы активной безопасности. Наибольшее применение получила электронно-гидравлическая АБС. Электронно-гидравлическая АБС состоит из множества деталей и процесс ее установки на транспортное средство является достаточно трудоемким. Основными ее недостатками являются высокая цена и сложность изготовления гидравлической части, которая состоит из гидравлических шлангов, трубок высокого давления и электронно-гидравлического блока, при производстве которых необходимо соблюдать высокую точность, а также использование дорогостоящих материалов.

Электронно-механическая система активной безопасности транспортных средств представляет систему, состоящую из дискового тормозного механизма винтового типа и электронной части системы.

Электронная часть состоит из системы сбора информации о дорожных условиях, системы управления, которая занимается обработкой информации и принятием решения при формировании управляющего сигнала, а также силовой части, которая состоит из силового исполнительного элемента, воздействующего на дисковый тормозной механизм винтового типа.

К преимуществам данной системы относится простота и надежность тормозного механизма, невысокая стоимость изготовления деталей системы активной безопасности из-за отсутствия использования высокоточных соединений в деталях механизма.

В качестве управляющего сигнала САБ транспортного средства является тормозной момент и боковые силы, возникающие в пятне контакта колеса с опорной поверхностью. Что позволяет использовать первичные производные данного сигнала в алгоритме обработки информации и ускоряет процесс принятия решения системой при выработке управляющего сигнала для воздействия силовым исполнительным элементом на дисковый тормозной механизм САБ.

УДК 621.828.6

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНШЕЙНЫХ ЦЕПНЫХ  
ЭКСКАВАТОРОВ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

А. П. СМОЛЯР, канд. техн. наук, доц.

Научный руководитель Е. И. БЕРЕСТОВ, д-р техн. наук, проф.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

С каждым годом в республике возрастают темпы строительства. В связи с чем приходится проводить работы и в осенне-зимний, традиционно не строительный период года. При производстве работ в осенне-зимний период по сравнению с летним повышается сопротивление грунтов резанию и копанию, что связано с промерзанием грунтов, а также из-за дождей и заморозков снижается сила тяги по сцеплению, что приводит к снижению производительности машин.

В последние годы к некоторым машинам, например, траншейным цепным экскаваторам в качестве дополнительного сменного оборудования поставляются так называемые «зимние» цепи с режущими элементами, позволяющими проводить работы при минусовой температуре. Проанализировав их конструкцию, можно сделать вывод, что «зимние» цепи, это копии «летних» с уменьшенной шириной резания.

Однако, если реализовать косое полублокированное резание на рабочих органах траншейных цепных экскаваторов, становится возможным проводить рытье траншей без уменьшения либо с незначительным уменьшением их ширины и зимой. Обусловлено это тем, что косое полублокированное резание менее энергоемко по сравнению с таким же лобовым. К такому выводу пришли многие авторы, исследовавшие этот вид резания.

Проведенный автором анализ показал, что при полублокированном косом резании размеры площадки сдвига уменьшаются, а, следовательно, уменьшаются и силы, зависящие от ее размеров. При этом, чем выше сцепление грунта и меньше ширина режущего элемента, тем эффект выше. Дополнительно сопротивление резанию снижаются и из-за того, что отсутствует сопротивление грунта по торцу ведущей грани.

На величину уменьшения размеров площадки сдвига в процентном отношении уменьшается и амплитуда колебаний касательной составляющей сопротивления резанию, а так же ее максимальное значение, что приводит к снижению динамической нагруженности.

Техническая реализация косого полублокированного резания не требует значительного изменения конструкции рабочего органа.

УДК 625.8

МЕТОДИКА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ  
ПРИВОДОВ И ГИДРОСИСТЕМ МОБИЛЬНЫХ МАШИН

И. Ю. ХАДКЕВИЧ

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

Высокая эффективность эксплуатации машин напрямую зависит от степени и качества использования современных методов и средств диагностирования таких как: бортовые электронные комплексы, современные передвижные станции и посты, создание машин со встроенными микропроцессорными средствами и др.

Целью диагностирования является поддержание установленного уровня надежности, обеспечения требований безопасности и эффективности использования мобильных машин с объективной оценкой ее технического состояния.

Гидросистемы включают в себя ряд элементов. Это гидронасосы, гидромоторы, гидроцилиндры, гидрораспределители, клапаны, гидробаки и др. Все эти элементы являются объектами диагностирования. Параметры диагностирования выбираются с учетом анализа неисправностей и их проявлений.

Под параметром диагностирования понимается любой параметр, значение которого можно получить и измерить. В дальнейшем полученные значения можно использовать для постановки технического диагноза и прогнозирования его эволюции.

Одной из важнейших задач диагностирования является получение значений диагностируемых параметров. Выход значений диагностируемых параметров за границы предельно допустимых значений свидетельствует о возникновении неисправностей и нарушений в работе гидросистемы, что используется в алгоритмах диагностирования.

Одним из эффективных методов диагностирования гидропривода мобильных машин является разновидность термодинамического метода, заключающегося в определении оптимальной температуры рабочей жидкости. Его преимуществом по сравнению с другими методами подобного вида является определение оптимальной температуры рабочей жидкости по суммарным минимальным потерям мощности в гидросистеме.

УДК 629.36, 681.518.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА  
ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО ПЕРЕСЕЧЕННОЙ МЕСТНОСТИ

Е. Ю. МИШУЛИН

Научный руководитель А. А. КОБЗЕВ, д-р техн. наук, проф.  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. А. Г. и Н. Г. Столетовых»  
Владимир, Россия

При движении транспортного средства по пересеченной местности на механика-водителя оказывают воздействие неровности профиля дорожной поверхности, а также ускорения при разгоне и торможении. В данной статье рассмотрено влияние профиля дорожной поверхности, как источника возмущения на механика водителя.

Целью моделирования профиля поверхности является определение сил реакции поверхности на машину и, следовательно, на механика-водителя. Сила реакции зависит от многих динамических факторов, определяемых поведением системы.

К основным факторам тягово-скоростных свойств транспортного средства относятся: тяговый и мощностной баланс, удельная мощность, приемистость, максимальные скорости и ускорения, путь и время разгона, параметры трансмиссии и др. При моделировании в силе реакции поверхности учтены динамические свойства системы, а также реакция каждого колеса на транспортное средство.

В уравнениях разработанной математической модели учитываются сила сопротивления движению, сила упругости подвески, жесткость подвески, коэффициент демпфирования амортизатора.

Колебания поддресоренной массы рассматривались относительно поперечной оси, проходящей через центр масс автомобиля. При этом учитывались изменения нормальных реакций дороги на колеса автомобиля.

Моделирование проводилось для четырехосного грузового автомобиля специального назначения.

В результате моделирования выявлено, что при торможении и разгоне на механика-водителя в продольном направлении действуют ускорения, равные  $0,6g$ , а в вертикальном направлении при движении по неровной дороге действуют силы реакции поверхности, зависящие от скорости движения машины и характера профиля неровности дороги.

УДК 629.3.032

О ПРИМЕНЕНИИ ПОЛНОПРИВОДНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ-САМОСВАЛОВ МАЗ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В. В. МИХАЛКОВ

Научные руководители: А. И. БОБРОВНИК, д-р техн. наук;  
Ю. М. ЖУКОВСКИЙ, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

В последние годы всё большую остроту приобретает проблема, связанная с негативным воздействием на почву сельскохозяйственных полей и угодий нашей страны ходовых систем современных тяжелых машин и орудий, в частности ходовых систем автомобилей МАЗ.

Глубокое колеобразование на сельскохозяйственных угодьях нарушает структуру почвы, приводит к ее переуплотнению на значительных глубинах, вызывает повышенный расход топлива на передвижение автомобилей, затрудняет проведение последующих технологических работ на полях, способствует застою воды. Продуктивность участков полей с переуплотненной почвой значительно снижается. Возрастает опасность водной и ветровой эрозии, которая проявляется в виде размывающих водных потоков от атмосферных осадков и в виде пыльных бурь (особенно на торфяных почвах).

В силу изложенного становится актуальным создание модели полноприводного автомобиля-самосвала с более щадящим воздействием его ходовой системы на почву.

Для решения проблемы проходимости автомобилей МАЗ на грунтах с низкой несущей способностью наиболее целесообразно использовать в качестве базового полноприводный автомобиль-самосвал модели МАЗ-651705 и в дальнейшем модернизировать его. Модернизация заключается в сдваивании колес задних мостов и увеличением объема кузова до 22 м<sup>3</sup>.

Предварительные расчеты показывают, что при использовании базового автомобиля и за счет модернизации его ходовой системы посредством установки сдвоенных шин на задних мостах можно снизить давление на грунт под всеми колесами на 40 % по сравнению с автомобилем МАЗ-5516.

Таким образом, применение полноприводного автомобиля-самосвала сельскохозяйственной модификации позволит решить проблему перевозки грузов с полей в тяжелых дорожно-полевых условиях и снизить переуплотнение почвы колесными движителями на полях с низкой несущей способностью.

УДК 621.8.004.94

ВЛИЯНИЕ ЕДИНИЧНОГО ДЕФЕКТА ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА НА ИЗМЕНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ ПРИВОДА

М. Г. ШАМБАЛОВА

Научный руководитель Г. Л. АНТИПЕНКО, канд. техн. наук, доц.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

При исследовании кинематики поведения привода, установлено, что чем дальше от входного звена расположен дефект, тем больше степень его влияния на величину кинематической неравномерности выходного звена кинематической цепи [1].

Определить степень опасности дефекта для дальнейшей работы механизма возможно оценив его влияние на изменение уровня динамической нагрузки при работе привода. Во время прохождения зубчатым колесом дефекта происходит резкое увеличение скорости вращения ведущего колеса и замедление ведомого колеса до момента восстановления кинематической связи в зацеплении, восстановление кинематической связи сопровождается ударом. Величина энергии удара зависит от разницы скоростей ведомого и ведущего колес.

Задача ударного взаимодействия цилиндрических эвольвентных зубчатых колес решается применительно к вибродиагностике. Однако, применение методов оценки динамики работы зубчатой пары, используемых в вибродиагностике, не позволяет решить задачу оценки влияния величины и месторасположения дефекта на изменение динамики привода применительно к такому сложному приводу как трансмиссия автомобиля. Причиной является то, что при проведении исследований зубчатой пары в качестве упругого элемента рассматривается сам зуб [2].

Для изучения процессов протекающих в такой системе разработана динамическая модель, позволяющая учитывать упругость валов, величина дефекта задается величиной относительного перемещения ведущего колеса по отношению к ведомому. Величина удара определяется разностью ускорений, возникшей при нарушении кинематической связи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шамбалова, М. Г. Моделирование единичных дефектов в зубчатых зацеплениях приводов машин / Г. Л. Антипенко, М. Г. Шамбалова // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2012. – № 2 (35) – С. 6–16.
2. Ишин, Н. Н. Исследование параметров ударного импульса в зубчатом зацеплении прямозубых цилиндрических колес / Н. Н. Ишин, А. М. Гоман, А. С. Скороходов // Механика машин, механизмов и материалов. – 2011. – 3(16). – С. 19–23.

УДК 621.926

## НОВЫЙ МЕТОД УПЛОТНЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ И ЕГО РАЗВИТИЕ

А. П. ЯВЕНКОВ

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

Уплотнение строительных смесей является завершающей технологической операцией, определяющей получение высококачественных конгломератных материалов. В монолитном строительстве основными уплотнительными агрегатами являются глубинные вибраторы.

Излучающая поверхность глубинного вибратора является простым и надежным элементом, но эффект уплотнения материала с ее помощью высокой эффективностью не отличается. Это связано с невозможностью реализации колебаний не только высокой частоты, но и больших амплитуд. Ситуация усугубляется так же тем, что эти колебания направлены под прямым углом к вектору уплотнения, что крайне невыгодно.

С целью устранения перечисленных недостатков нами предлагается излучатель колебаний выполнить в виде цилиндрической пружины, связанной с приводом возвратно-поступательного действия, например, на базе перфоратора. При этом витки могут совершать интенсивные колебания в направлении плоскости уплотнения, а рабочая «булава» осуществлять процесс по методу ее протяжки без подъема для штыкования.

Важным достоинством метода можно считать переход от привода рабочего органа от гибкого вала с двигателем капсукального исполнения к установке механизма уплотнения непосредственно на механизированный инструмент. Это обеспечивает многофункциональность оборудования, его высокую надежность, простоту обслуживания и низкую стоимость.

Следует ожидать повышения качества уплотнения строительных смесей как за счет режимов колебаний витков и более эффективного ввода энергии в уплотняемую среду, так и периодического их сближения между собой с созданием эффекта сжатия объемом смеси, сопровождающую определенную долей диспергирования.

В настоящее время изготовлен опытный образец уплотнителя пружинного типа и проводятся его технологические испытания.

УДК 621.861

## РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА (ФИЛЬТРА) ВСАСЫВАЮЩЕЙ ЛИНИИ НАСОСА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ

С. Д. МАКАРЕВИЧ

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

В настоящее время перед подразделениями МЧС Республики Беларусь стоят задачи своевременной ликвидации пожаров и других чрезвычайных ситуаций, при этом очень важно использовать современные методы спасения пострадавших и современное оборудование. Использование современного оборудования позволяет более эффективно производить работы по тушению пожаров и ликвидации чрезвычайных ситуаций, с минимальным ущербом, вызванным их последствиями.

На рынке предлагаются различные виды устройств для очистки воды от механических примесей для всасывающей линии насоса пожарной машины. Однако во многих случаях работников аварийно-спасательных подразделений не устраивают существующие конструкции из-за повышенных массогабаритных и стоимостных показателей, а также низких эргономических качеств. Потребность Республики Беларусь в устройствах для очистки воды от механических примесей для всасывающей линии насоса, используемых для забора воды при проведении тушения пожаров и других аварийно-спасательных работ (откачка, промывка и т.д.), восполняется за счет их приобретения в странах ближнего и дальнего зарубежья. Однако цена указанных устройств высока и низкое потребительское качество ограничивают их применение.

Разработка конструкции устройства (фильтра) для очистки воды от механических примесей для всасывающей линии насоса пожарной машины, отвечающего требованиям пониженных массогабаритных и стоимостных показателей, многофункциональности, является актуальной задачей. Одним из важнейших требований при эксплуатации указанного устройства является требование достижения максимально возможной скорости и объема забираемой воды для тушения пожаров и других аварийно-спасательных работ. Обеспечение указанного требования во многом зависит от вида выбранного способа фильтрации.

Научно-практическим центром Могилевского областного УМЧС в рамках проведения опытно-конструкторской работы на основе рассчитанных параметров и в соответствии с разработанной методикой спроектирована конструкция устройства (фильтра) всасывающей линии насоса для очистки воды от механических примесей. Изготовлен опытный образец, который прошел полный цикл эксплуатационных испытаний. По результатам испытаний был сделан вывод о соответствии разработанного устройства предъявляемым требованиям по производительности (2 750 л/мин), массе (10 кг), габаритным размерам (750x500x200 мм) и отпускной цене (4150 тыс. бел. р.) при единичном производстве и (2000 тыс. р.) – при серийном.

И. Э. ЛИННИК

Научный консультант В. К. ДОЛЯ, д-р техн. наук, проф.  
«ХАРЬКОВСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ГОРОДСКОГО  
ХОЗЯЙСТВА»  
Харьков, Украина

На количество, направления, дальность поездок влияют доходы населения, которые находятся в зависимости от производства валового внутреннего продукта (ВВП). За время независимости Украины состоялось изменение национальной валюты, предпосылкой чего было ухудшение экономики страны. Поэтому ВВП необходимо привести к стабильной иностранной валюте по курсу или паритетом покупательной способности. Одной из таких валют есть доллар США и определенный курс национальных валют.

Как определено предыдущими исследованиями, в период 1985-1997 гг. система находится в замкнутом состоянии. Вероятность принятия средой заданного состояния оценивается по формуле

$$P_c^{ВВП} = 0,0397(0,5t_3)^2 - 0,04405t_3 + 0,04863, \quad (1)$$

где  $t_3$  – заданное время.

С 1997 по 2000 и с 2006 по 2012 годы система ВТМС находится в разомкнутом состоянии и вероятность принятия заданного состояния средой определяется так:

$$P_c^{ВВП} = 1 - e^{-1,565t_3}. \quad (2)$$

С 2000 по 2006 год система находится в замкнутом состоянии, вероятность принятия средой заданного состояния будет иметь вид:

$$P_c^{ВВП} = 0,1052(0,5t_3)^2 + 0,0048t_3 + 0,0006. \quad (3)$$

Оценка адекватности избранных моделей определения вероятностей принятия заданного состояния средой выполнялась по показателю средней ошибки аппроксимации. Средняя ошибка аппроксимации для разных периодов составляет 7,63 %, 1,382 %, 4,06 %, 1,959 %, что ниже предельного значения показателя средней ошибки 15 % для задач транспортной области. Это удовлетворяет условиям адекватности и говорит о совпадении теоретических и фактических значений.

Таким образом, сопоставление теоретических и фактических значений ВВП для разных периодов эволюции подтверждают адекватность моделей определения вероятностей принятия заданных состояний средой.

С. В. ВДОВКИН

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

Представлены результаты обработки экспериментальных данных исследования эксплуатационной надежности пневматических баллонов задней подвески автобуса ЛиАЗ-5256.

Отказы пневматических баллонов подвески возникают вследствие потери герметичности их резино-кордовой оболочки и деформационного разрушения корпуса опоры.

По результатам обработки статистических данных по наработкам до отказа пневматических баллонов задней подвески была построена гистограмма, представленная на рис. 1.

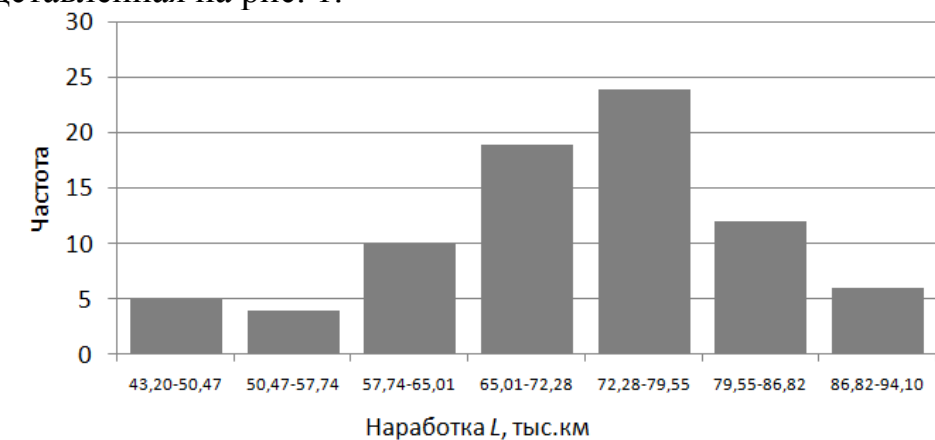


Рис.1. Гистограмма распределения отказов пневматических баллонов задней подвески автобусов ЛиАЗ-5256 ( $N = 80$ ,  $\bar{X} = 71,8$  тыс.км,  $\sigma = 11,13$  тыс.км)

Статистическое распределение наработок до отказа пневматических баллонов наилучшим образом описывает нормальный закон. Найденное значение критерия Пирсона  $\chi^2 = 9,45$  подтверждает эту гипотезу.

Полученные результаты исследования позволили установить среднюю наработку до отказа пневматических баллонов, равную 71,8 тыс. км, что дает возможность прогнозировать их ресурс и проводить своевременные технические воздействия по подвеске автобусов ЛиАЗ-5256 для предупреждения линейных отказов.

УДК 629.113.004  
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ПЕРЕДНЕЙ  
ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ ВАЗ-21703-01-018

Ил. В. ДЕНИСОВ, Ив. В. ДЕНИСОВ  
Научный руководитель Ю. В. БАЖЕНОВ, канд. техн. наук, проф.  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. А. Г. и Н. Г. Столетовых»  
Владимир, Россия

Информация об эксплуатационной надежности передней подвески (ПП) автомобилей ВАЗ-21703-01-018 получена на основе анализа статистических данных по наработкам на отказ ее элементов, собранных на базе СТОА ООО «М-Авто» и ООО «Успех-Авто» в г. Владимире.

В результате анализа статистических данных по эксплуатационной надежности ПП ВАЗ-21703-01-018 установлено, что наибольшая доля отказов наблюдается у подшипника верхней опоры телескопической стойки (26,5 %). Нарушение работоспособности телескопической стойки и шарового шарнира нижнего рычага подвески составляют 46 % всех причин неисправностей ПП автомобилей.

По результатам эксплуатационных испытаний определены теоретические законы распределения наработок элементов ПП ВАЗ-21703-01-018 (табл. 1). Гипотезы о принадлежности опытных данных теоретическим законам не отвергаются, так как прошли проверку по критериям  $\chi^2$  Пирсона и Колмогорова.

Табл. 1. Результаты эксплуатационных испытаний деталей, лимитирующих надежность передней подвески автомобиля ВАЗ-21703

Элемент передней подвески автомобиля	Средняя наработка на отказ (а) $\bar{X}$ , т.км	Среднее квадратическое отклонение $\sigma$ , т.км	Закон распределения случайной величины
Шаровой шарнир рычага	38,35	10,63	Нормальный
Телескопическая стойка	69,61	16,44	
Подшипник верхней опоры	45,82	10,66	
Подшипник ступицы	71,69	9,21	Лог. нормальное

УДК 629.113  
ДИСКОВЫЕ ТОРМОЗА С САМОУСИЛЕНИЕМ

Д. В. ИВАНЬКИН  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

В настоящее время широко используются дисковые тормозные механизмы с гидравлическим приводом. Это обусловлено способностью привода значительно усиливать передаваемую силу, благодаря чему достигается необходимое тормозное усилие. К недостаткам механизмов с гидроприводом можно отнести значительную сложность и стоимость изготовления, трудоёмкость при ремонте и обслуживании.

Альтернативой гидравлическим дисковым тормозным механизмам являются тормоза с механическим приводом. Известны конструкции тормозных механизмов, в которых нажимное усилие создается при помощи шариков, выкатывающихся из лунок, пальца, скользящего по торцевой кулачковой поверхности, клина.

Главным достоинством таких тормозных механизмов является невысокая стоимость и надежность, обусловленная несложным устройством в сочетании с достаточной эффективностью. Однако небольшая степень усиления передаваемой нагрузки, требующая значительных приводных усилий, является главным недостатком всех последних конструкций дисковых тормозов с механическим приводом, что является основной причиной, сдерживающей их широкое внедрение.

Дальнейшим развитием дискового тормозного механизма с механическим приводом является тормоз с самоусилением.

Преимущество подобных тормозов заключается в значительно меньшем требуемом приводном усилии, по сравнению с дисковыми тормозами, имеющими механический привод без эффекта самоусиления.

Однако на сегодняшний день для подобных тормозов нерешенным вопросом является блокирование тормозящего колеса при незначительных приводных усилиях, а также растормаживание тормозного механизма при снятии управляющего воздействия с рычага тормоза.

Предлагаемый механический дисковый тормоз с самоусилением позволяет осуществлять торможение колеса, сохраняя быстродействие тормоза в требуемых пределах. Кроме этого конструкция тормоза обеспечивает растормаживание механизма без приложения дополнительных усилий. Это происходит в силу того, что воздействие оператора на тормоз и возникающие усилия, позволяющие добиться эффекта самоусиления, прикладываются к различным элементам тормозного механизма.