

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, 27–28 октября 2016 г.

Могилев 2016

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

ББК 34.5: 22.21: 39.3: 38: 31.291

Н72

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

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

Н72

Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы междунар. науч.-техн. конф. молод. ученых / М-во образования Респ. Беларусь, М-во образования и науки Рос. Федерации, Белорус.-Рос. ун-т; редкол. : И. С. Сазонов (гл. ред.) [и др.]. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2016. – 205 с. : ил.

ISBN 978-985-492-172-3.

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

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

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

ББК 34.5: 22.21: 39.3: 38: 31.291

ISBN 978-985-492-172-3

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет», 2016

УДК 620.179
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ
НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ И
ПОДПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН

О. С. СЕРГЕЕВА

Научный руководитель А. Р. БАЕВ, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ»
Могилев, Минск, Беларусь

Практическому применению ультразвуковых методов неразрушающего контроля сегодня придается особое значение в силу их высокой чувствительности, производительности и безопасности. Перспективы развития ультразвукового контроля связаны с расширением сферы применения, в том числе за счет использования различных типов акустических волн. Для контроля объектов со сложным профилем перспективно использование поверхностных (ПАВ) и подповерхностных продольных и поперечных волн (ППВ). Применение этих типов волн важно также и для решения задач, направленных на определение технического состояния оборудования энергетического комплекса, машиностроения и химической промышленности, включая объекты, имеющие сложный профиль поверхности – с проточками, выступами, галтельными переходами, предназначенными для сопряжения деталей и узлов и др. Особенно эти задачи актуальны при проведении эксплуатационных обследований, когда конструкции находятся в сборе и доступ к отдельным деталям ограничен.

ПАВ и ППВ используются в практике ультразвукового контроля различных материалов и изделий. При этом следует учитывать, что при возбуждении и распространении этих волн присутствуют перекрестные явления их трансформации на неоднородных границах сред. Основными направлениями эффективного использования вышеуказанных типов волн являются: выявление и оценка размеров подповерхностных дефектов, включая трещины, тензометрия, толщинометрия и структуроскопия металлов, а также оценка глубины и качества поверхностного упрочнения металлов и другие применения.

В докладе рассмотрены физические эффекты трансформации и рассеяния поверхностных и подповерхностных волн на неоднородных границах сред, области их эффективного применения в промышленной практике ультразвуковых измерений и контроля как металлических, так и неметаллических объектов. Приведены схемы и методики ультразвукового контроля объектов теплоэнергетического оборудования: валопроводов с галтельными переходами в сборе с подшипниками, лопаток паротурбин, деталей с упрочненным слоем, основанные на применении разработанных оригинальных устройств с отражателями звука.

УДК 621.9
ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ
ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Е. Ю. ДЕМИДЕНКО

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

В современном машиностроении особая роль уделяется вопросам прогнозирования качества формируемых изделий на этапе проектирования технологических процессов их изготовления. Обеспечение проектного качества создаваемых технологических систем, в том числе при формировании деталей и их отдельных поверхностей, а также в процессе сборки изготовленных деталей в комплекты и узлы, является одной из важнейших задач индустрии.

Исследования в области поведения технологических систем резания (ТСР) при механической обработке поверхностей деталей на основе математического и графического компьютерного моделирования позволяют на этапе проектирования технологических процессов получать сведения о точности формируемых поверхностей и их взаимного расположения. Результаты этих исследований способствуют созданию качественной машиностроительной продукции в короткие сроки и с оптимальной себестоимостью, что является неотъемлемой частью рыночной экономики, для которой характерна быстрая смена моделей изготавливаемых машин.

В промышленности широкое применение находят шлицевые соединения, так как благодаря такому сопряжению деталей обеспечивается передача крутящих моментов с сохранением подвижности шлицевых деталей друг относительно друга, достигается достаточно высокая прочность соединений, в том числе при динамических и переменных нагрузках. На основе шлицевых соединений работают коробки скоростей и подачи металлорежущих станков, трансмиссии автомобилей, тракторов, многих сельскохозяйственных машин и других агрегатов.

Наиболее широкое распространение среди профильных соединений получили шлицевые соединения с прямобочным, эвольвентным и треугольным профилями (рис. 1), формирование которых на валах осуществляется, как правило, на зубо- или шлицефрезерных станках червячными фрезами, а в отверстиях – долблением или протягиванием.

Научное издание

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

Материалы международной
научно-технической конференции
молодых ученых
Могилев, 27–28 октября 2016 г.

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

Технический редактор И. В. Брискина

Компьютерная верстка И. В. Брискина

Подписано в печать 10.10.2016г. Формат 60x84/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Печать трафаретная. Усл.печ.л. 13,19. Уч.-изд.л. 14,43.
Тираж 60 экз. Заказ № 665.

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

транспортных услуг таможенного союза.....	173
КЛИМУК В.В. Инновационный вектор развития экономики в условиях «новой нормальности».....	175
КЛИМУК В.В., КЛИМУК Е.В. Моделирование инновационного развития страны.....	176
КРИВЕНКОВА И.В. Анализ конъюнктуры внешнеторгового оборота Республики Беларусь.....	177
КРИВЕНКОВА И.В., МАСЛЯКОВА О.А. Особенности инновационного процесса лесопромышленного комплекса.....	178
КУНАКИНА Е.В. Повышение эффективности работы сельскохозяйственных организаций в условиях инновационной экономики.....	179
КУРБИЕВА И.Ю. Внедрение системы непрерывного совершенствования на промышленных предприятиях.....	180
ЛЕБЕДЕВА Н.Ю., ЛАЗАРЕВА Е.П., ГУЗАРЕВИЧ Т.Ю. Инвестирование как залог успешной инновационной деятельности....	181
ЛЫНДОВА Е.С., СИМАЕВ Е.А., АРБУЗОВ К.А. Проблемы финансирования инновационных проектов.....	182
МАКАРЕВИЧ О.Д. Регламентация бизнес-процессов распределительного центра с позиции логистики.....	183
НЕСТЕРОВА В.Ю. Контроллинг как инструмент повышения эффективности организаций ТЭК.....	184
НЕЧАЕВА Е.С., БОРОДИЧ Т.А. Мотивирование труда медицинских работников в условиях инновационной экономики.....	185
ПЛЮСНИНА И.А., ТЕРЕХОВА А.А., МЕХВЕДЬ Д.В. Влияние организации инновационной деятельности на экономическую эффективность работы предприятия.....	186
РЫНКЕВИЧ А.С. Особенности образовательных технологий, применяемых для изучения иностранного языка.....	187
САМАРЦЕВ К.С. Сотрудничество и интеграция в условиях глобализации непрерывного образования.....	188
СЕДЛУХО О.В. Роль транснациональных компаний в инновационной экономике.....	189
СЕДЛУХО О.В., РУБАНОВА Н.В., КУРЦОВА И.Я. Инновационная экономика: понятие и сущность.....	190
ХУДОЛЕЕВА Н.Б. Оценка организации транспортной деятельности на предприятии.....	191
ЧЕРНОВАЛОВА М.В. Разработка архитектуры системы управления проектами на основании экспертной системы.....	192
ШУТОВ Д.А. Применение нейро-нечетких алгоритмов для отбора алмазного сырья.....	193
ШУТОВА Д.Ю. Особенности составления плана проекта с учётом непредвиденных обстоятельств.....	194

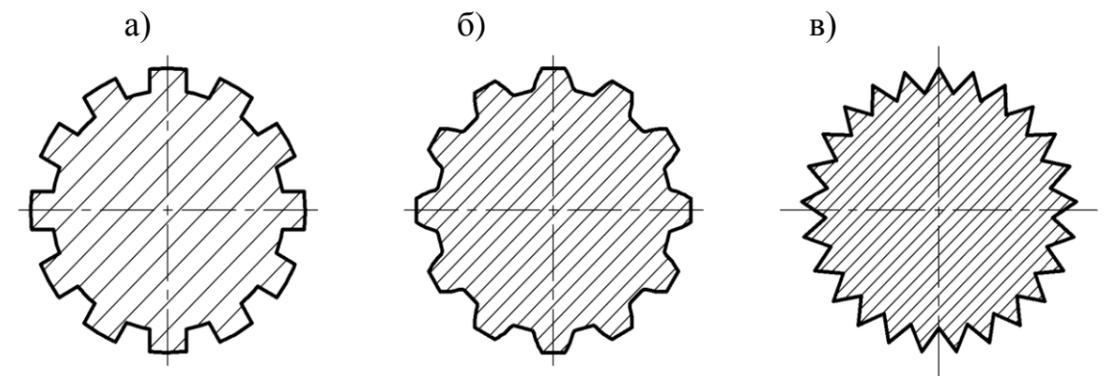


Рис. 1. Поперечные сечения шлицевых поверхностей валов: а – прямоугольный профиль; б – эвольвентный профиль; в – треугольный профиль

Качество шлицевых валов и соединений в целом зависит от множества факторов, участвующих в их формировании, в том числе и жёсткости технологической системы. Что касается формирования прямоугольных шлицевых соединений, то в последние годы в Белорусско-Российском университете проведены теоретические и экспериментальные исследования, направленные на повышение точности шлицевых валов и соединений в целом, базирующиеся на современных методах с использованием новейших приборов, средств вычислительной техники и программирования [1, 2].

В свою очередь, шлицевые соединения с эвольвентным профилем, во многих случаях, более предпочтительны перед соединениями с прямоугольным и треугольным профилями ввиду того, что:

- прочность эвольвентных шлицев выше: на изгиб – благодаря утолщению профиля зуба у основания; на смятие – благодаря увеличенному числу зубьев по окружности;
- эвольвентные шлицы обрабатываются с высокой точностью на стандартном зуборезном оборудовании методом обкатывания с помощью червячных фрез или (на коротких валах) с помощью долбяков;
- в противоположность прямоугольным шлицам, для изготовления которых требуются отдельные червячные фрезы для каждого размера соединения, эвольвентные шлицы одинакового модуля нарезают одной фрезой (или долбяком);
- при переходных посадках по боковым граням шлицы в значительной мере разгружены от изгиба;
- соединение работает преимущественно на срез по основанию шлицев;
- эвольвентные шлицы на валах можно подвергать доводочной обработке: шевингованию, шлифованию, а также упрочняющему обкатыванию;
- лучшее центрирование сопрягаемых элементов;

– втулки с эвольвентными шлицами обладают свойством самоустанавливаться на валу под нагрузкой.

Наряду с достоинствами шлицевых соединений различного профиля по конструкторско-эксплуатационным характеристикам имеет место и ряд серьёзных явлений негативного порядка, при осуществлении технологического процесса их формирования.

Так, обработка шлицевых участков на шлицефрезерных станках сопровождается смещением оси вала относительно главной оси станка, закручиванием шлицев, изменением углов относительного расположения детали и режущего инструмента, неравномерными упругими деформациями всей технологической системы при формировании шлицевой части по её длине и другими нежелательными факторами.

Основной причиной этих явлений выступает податливость технологической системы, существенно изменяющаяся в процессе формирования шлицев, особенно значительной длины.

Надо отметить, что изменение жёсткости системы, при формировании шлицев по длине, приводит к искажению профиля шлиц, что сказывается на качестве всего соединения.

Проблемам формирования шлицевых соединений уделялось и продолжает уделяться большое внимание как со стороны конструкторов и технологов, так и со стороны исследователей в области технологии машиностроения.

Эти исследования, позволяющие существенно повысить качество соединений, проводились по нескольким направлениям, в том числе по обеспечению точности шлицевой поверхности на этапах её изготовления, сборки и контроля.

Общим недостатком данных исследований является отсутствие комплексного подхода, который объединяет все указанные этапы производственного процесса и учитывает взаимное влияние факторов технологической системы при прогнозировании точности. Вследствие этого, возможности оборудования используются не полностью. Применение такого подхода к исследованию позволит полнее раскрыть существующие резервы повышения точности изготовления шлицевых соединений.

Указанное направление, развивающееся в последние годы на кафедре «Технология машиностроения» нашего университета, включает: разработку и экспериментальное подтверждение взаимосвязанных математических моделей процессов изготовления, сборки и контроля шлицевых поверхностей и соединений, поиск и создание новых средств, обеспечивающих точность формирования шлицевых соединений на всех этапах.

Создание комплексного подхода к решению задач по обеспечению точности шлицевых соединений с наименьшими затратами средств, охватывающего процессы изготовления, сборки и контроля становится перво-

МЕЛЬНИК Ю.А., МЕЛЬНИК А.В., СУНАК П.О. Сопоставление границ областей сегментации РЭМ-изображений при помощи дескрипторов Уолша.....	155
МЕЛЬНИК Ю.А., МЕЛЬНИК А.В., СУНАК П.О. Автоанализ разномасштабных РЭМ-изображений.....	156
МЕЛЬНИКОВА И.С. Оптимальные условия выявления дефектов дорожных покрытий методом тепловизионного контроля.....	157
ПАВЛЮКОВА О.Г., ВОЛОБУЕВ В.С., ГОРЖАНОВ В.В. Оценка показателей точности методики определения параметров печатного оттиска.....	158
ПРУДНИКОВ А.Н., ПОДУГОЛЬНИКОВ П.А. Определение калибровочных зависимостей магнитного шума Баркгаузена при двухосном напряженном состоянии.....	159
ПРУДНИКОВ А.Н., ПОДУГОЛЬНИКОВ П.А. Определение напряженно-деформированного состояния нефтепроводов при ремонте.....	161
СЕРГЕЕВА О.С. Оценка глубины упрочненного слоя стальных изделий.....	162
СЕРГЕЕВА О.С. Особенности обнаружения трещин в роторах паровых турбин.....	163
ШИЛОВ А.В. Свойства капиллярных волокон.....	164

Секция 10. Инновационная экономика в развитии общества

БЛАЖЕВИЧ М.М. Организационно-правовое обеспечение инновационной экономики.....	165
БОЙЧУК В.В., ТРЕТЬЯКОВА Д.И. Основные пути снижения затрат в логистической системе промышленного предприятия.....	166
БУЛЫГИНА О.В. Модель экспертизы перспектив инновационного проекта по созданию высокотехнологичной продукции.....	167
ВОЛКОВА О.В., БЕДНАЯ И.С. Использование зарубежного опыта построения косвенного налогообложения в Республике Беларусь.....	168
ДЛИ С.М. Разработка системы показателей для селекции инновационных проектов в теплоэнергетике.....	169
ДЛИ С.М. Направления применения контроллинга в теплоэнергетике.....	170
ЖИГАЛОВА Д.А. Влияние маркетинга на организацию логистического процесса перевозки грузов на международном рынке.....	171
КИРИЛЛОВА Е.А. Особенности реализации инновационных процессов в атомной энергетике.....	172
КЛИМОВА Е.С. Роль транспортной инфраструктуры Республики Беларусь при формировании общего рынка	

ЧЕРНЕВА Е.С., ГРИНЕВА И.И. Исследование проблемы остаточного ресурса прочности поврежденных кирпичных внецентренно сжатых столбов..... 139

Секция 8. Автоматизация, электропривод, электрооборудование

ЗАХАРЧЕНКОВ К.В., МРОЧЕК Т.В. Алгоритм планирования производства труб на уровне производственных линий..... 140

КОЛБАС Д.А. Стенд для изучения электромеханических характеристик машин переменного тока..... 141

ЛАРЬКИНА Т.С. К вопросу выбора компьютерных пакетов для исследования полей на основе методов конечных элементов процесса нагрева изотермического контейнера индукционным методом с распределенными объёмными параметрами..... 142

ЛИТВИНЕНКО М.А. Автоматизация процесса каталитической ароматизации..... 143

МАСАЛКОВ Е.А., КАНДИДАТОВ К.А. Графический интерфейс для проектирования иерархических баз данных..... 144

МЕЛЬНИКОВ Д.И., ПРОКОПЕНКО С.А. Разработка интегрированной системы инженерных расчётов..... 145

МОРОЗОВА М.П., ЗМУШКО М.А. Некоторые математические аспекты автоматизации процесса висбрекинга..... 146

ОЛИФЕРОВИЧ Н.М., АСТАПЕНКО А.С. Математическое моделирование гармонической и меандровой идентификаций в пакете MATLAB..... 147

САЩЕНКО Д.А. Модернизация системы безопасности железнодорожного переезда..... 148

СЕРГЕЕВ А.Г. Разработка конструкции и системы управления пятикоординатного шлифовально-заточного станка с ЧПУ..... 149

СЕРГЕЕВ А.Г. Система управления гравировально-фрезерного станка..... 150

СТЕПАНОВ А.В., РЫЖИЧЕНКО А.И., МОРОЗ И.Р. Разработка подвижной платформы..... 151

ТРЕТЬЯКОВ А.С., КАПИТОНОВ О.А. Математическая модель для исследования режимов работы асинхронного электродвигателя... 152

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

БЛОХИН К.О. Разработка программного модуля анализа технологических дефектов..... 153

ВОЛОБУЕВ В.С., ГОРЖАНОВ В.В. Контроль качества наноструктурированных ионноплантированных полимерных пленок..... 154

степенной задачей перед исследователями и инженерами в различных областях машиностроения.

В рамках указанных направлений сформирован ряд актуальных задач по рассматриваемой проблеме и показаны некоторые пути их решения.

1. Анализ стандартов и исследований, посвящённых периодическим профилям деталей машин, выявил, что при расчётном методе определения предполагаемых деформаций валов на операции шлицефрезерования возникает необходимость в вычислениях осевых моментов инерции в поперечных сечениях детали.

Установлено, что до недавнего времени отсутствовали полные сведения о величинах моментов инерции стандартных прямобочных шлицевых профилей. Применявшиеся методики расчёта моментов инерции эвольвентного профиля не позволяют рассчитать его с достаточной точностью, т. к. базируются на представлении профиля эвольвентного шлица в виде геометрического сложения двух трапеций, т.е. без учёта кривизны боковой стороны [3].

В основу методики определения искомой величины осевого момента инерции был положен принцип суммирования осевых моментов инерции составляющих фигур профилей шлицевых поверхностей валов – треугольников, прямоугольников, секторов, сегментов и эвольвентного профиля, который, в свою очередь, был представлен как множественная сумма моментов трапеций [2].

В результате проведённых расчётов для каждого типа шлицевого соединения осевой момент инерции сечения был определён как сумма осевых моментов всех его составляющих элементарных участков, ориентированных соответственно под углами θ . Для этого использовались следующие формулы [4]:

$$J_{xi} = J_{x0} \cdot \cos^2 \theta - J_{xy0} \cdot \sin 2\theta + J_{y0} \cdot \sin^2 \theta ; \quad (1)$$

$$J_{yi} = J_{x0} \cdot \sin^2 \theta + J_{xy0} \cdot \sin 2\theta + J_{y0} \cdot \cos^2 \theta , \quad (2)$$

где α – угол элементарного участка шлицевого профиля; z – количество шлицев; $J_X, J_Y, J_{X0}, J_{XY0}, J_{Y0}$ – суммарные моменты инерции профиля, зависящие от геометрических параметров профиля.

Сравнивая рассчитанные значения осевого момента инерции шлицевого профиля со значениями момента инерции профиля, соответствующего круглой заготовке, установлено, что с геометрической точки зрения формирование шлицев ослабляет сечение примерно на 30–40 % для различных шлицевых профилей. Это приводит к различному характеру прогибов обрабатываемой заготовки на участках до и после обработки.

2. На основании результатов теоретических исследований по увеличению точности формируемых на шлицефрезерном станке поверхностей валов установлена перспективность использования для этой цели технологи-

ческих систем, стремящихся к поддержанию минимальных и постоянных деформаций оси детали, независимо от места нахождения режущего инструмента по её длине.

Для осуществления этого мероприятия наиболее подходящими являются шлицефрезерные станки с ЧПУ, дающие возможность регулирования подачи при перемещении фрезы вдоль оси детали.

Одним из способов обеспечения жёсткости технологической системы обработки нежёстких шлицевых валов является оперативное регулирование динамической настройки шлицефрезерного станка с ЧПУ, которое выполняется непосредственно в процессе формирования фасонных поверхностей (рис. 2).

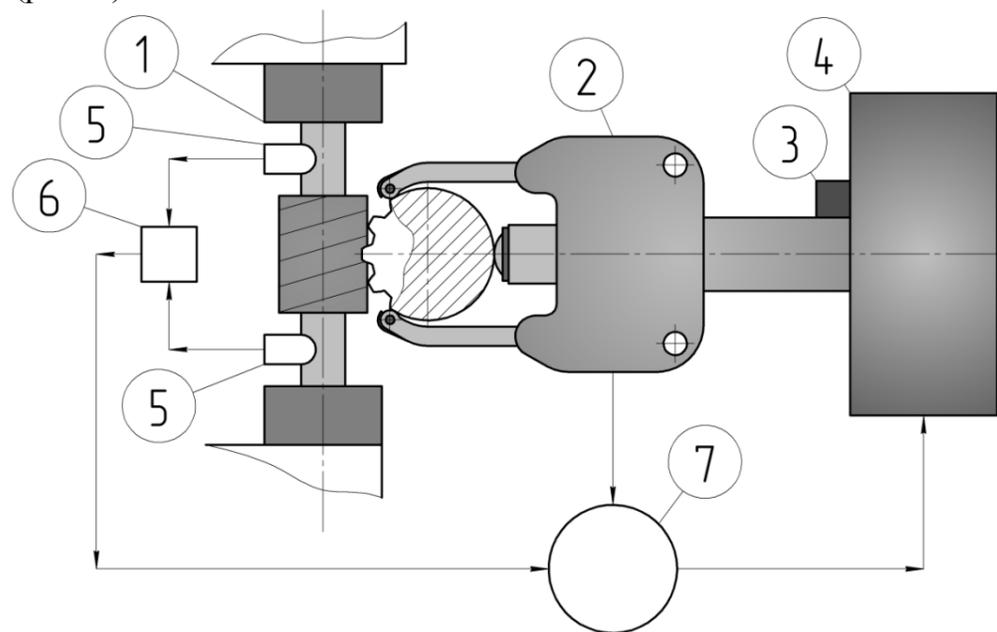


Рис. 2. Устройство для поддержания динамической настройки станка

Регулирование жёсткости станка происходит следующим образом. Червячная фреза, установленная на оправку 1, выполняет обработку шлицев заготовки. В контакте с заготовкой, на её не фрезерованной цилиндрической части, находятся опорные поверхности люнета 2, настройка которого осуществляется с помощью управляющей программы станка с ЧПУ. Радиальная составляющая силы резания, измеряемая датчиками 5, сравнивается с усилием на опорных поверхностях люнета 2. Информация с датчиков поступает для анализа в сумматор 6 и блок управления 7, который в случае рассогласования показаний датчиков усилий, подаёт управляющие сигналы в систему перемещения 4 люнета, положение которого контролируется датчиком 3. Задачей системы, обеспечивающей наиболее полный компромисс принципов активного и адаптивного управления, является уравнивание силы резания силой давления на заготовку со стороны люнета, что исключает деформацию оси заготовки шлицевого вала.

трещинообразования неразрезных железобетонных элементов.....	118
КСЕНШКЕВИЧ Л.Н., БАРАБАШ И.В. Влияние базальтовой фибры на механические свойства литого бетона на механоактивированном цементозольном вяжущем.....	119
КУЗЬМИНА А.А. Программа и методика экспериментальных исследований изгибаемых керамзитожелезобетонных элементов при статическом и малоцикловом нагружении.....	120
КУМАШОВ Р.В. Статический расчёт железобетонных плит тормозного участка испытательного полигона РУПП «Белорусский автомобильный завод».....	122
ЛАПАТИН П.В. Применение технологии вертикального армирования грунта при строительстве жилого дома в г.Бресте.....	123
ЛЕОНОВ Д.С. Сравнительный анализ водопоглощения конструктивного бетона на различных заполнителях.....	124
ЛОБИКОВА Н.В. Тепловой насос – рациональное устройство для использования возобновляемых источников энергии.....	125
МАКАЦАРИЯ Д.Ю. Современные подходы к выбору машин, используемых для ремонта асфальтобетонного дорожного покрытия..	126
МАРКО О.Ю., ЛОБИКОВА Н.В., АЛЬХОВИК Д.И. Технология получения декоративных изделий с использованием полимерных наполнителей.....	127
МЕЛЬНИКОВА И.С., ДАЙНЕКО К.Н., ДРОЗДОВ Д.Н. Расчет и анализ распределения температуры асфальтобетонных покрытий в летний период.....	128
МОСКАЛЬКОВА Ю.Г., САМСОНОВА А.С. Деформирование бетона при малоцикловом нагружении.....	129
МОСКАЛЬКОВА Ю.Г., ШУРИНОВА И.Н., ПОДГОЛИН А.Г. Применение сталефибробетона для усиления сжатой зоны железобетонных изгибаемых элементов.....	131
НАЛИВКО О.И. Игольчатые рабочие органы измельчительных машин.....	132
РЫБКОВ Д.В. Роль транспортной инфраструктуры в устойчивом развитии городских территорий.....	133
РЫБКОВ Д.В., ДОБОРДЖИНИДЗЕ Г.Д. Информационное моделирование – ключевое направление развития в строительстве.....	134
САЛАНОВИЧ А.С. Прочность и деформативность сжатых керамзитожелезобетонных элементов.....	135
СОТНИК Л.Л. К вопросу создания вибровалкового измельчителя.....	136
ТАМИМИ САИФ САМИ ХУСЕЙН Расчет несущей способности песчаных оснований коротких винтовых металлических свай по величине крутящего момента.....	137
ТОЛОЧИНЕЦ И.М. Пружинные грохоты и их развитие.....	138

Секция 6. Проектирование, производство и эксплуатация автомобильного транспорта

ВЕТОШНИКОВ А.Г. Исследования рабочего процесса и экологических показателей газодизеля.....	99
ДЕНИСОВ Ив.В., ДЕНИСОВ Ил.В. Динамика изменения углов установки управляемых колес автомобиля ВАЗ-21703 в процессе эксплуатации.....	100
ЗУЕВ Н.С. Экспериментальное исследование параметров впрыска топлива на показатели дизеля при работе на В100.....	101
МИЛОВ К.В. Разработка системы управления двигателя, работающего на природном газе.....	102
МИРЕНКОВА Е.А. Расчетные исследования энергоэффективности ДВС, работающих на сжатом природном газе...	103
СМИРНОВ А.А. Надежность добавочного резистора электрического вентилятора радиатора системы охлаждения LADA KALINA в гарантийный период эксплуатации.....	104
СМИРНОВ А.А. Надежность индивидуальной катушки зажигания автомобиля LADA KALINA в гарантийный период эксплуатации.....	105
ТЕРЕНТЬЕВ И.А. Информационная схема системы курсовой устойчивости автомобиля категории М1.....	106

Секция 7. Инновации в строительстве

ГАВРИЛЕНКО А.Д. Управление качеством возведения зданий из сборных железобетонных элементов с помощью статистических методов.....	107
ГОСПОД М.В. Центробежно-магнитный способ осушки сжатого воздуха для пневмопривода строительных машин.....	108
ЗЕЗЮЛИН А.В. Исследование работы железобетонных балок прямоугольного сечения при совместном воздействии поперечных сил, крутящих и изгибающих моментов.....	109
КАПИТОНОВА Е.А. Влияние осадок и просадок оснований на эксплуатационную пригодность кирпичных зданий.....	111
КЕТНЕР Э.А., ИЛЬИНЫХ И.В. Исследование несущей способности железобетонных плит покрытия участка дороги с пороговыми неровностями испытательного полигона РУПП «БелАЗ»	113
КЕТНЕР Э.А., ИЛЬИНЫХ И.В. Восстановление несущих качеств крановой эстакады в локомотивном депо г.Могилев.....	115
КРАНТОВСКАЯ Е.Н., КОЦЮРУБЕНКО О.Н. Схемы разрушения приопорных участков пролётных железобетонных конструкций.....	117
КРАНТОВСКАЯ Е.Н., ПЕТРОВ Н.Н. Исследование	

Основными техническими эффектами применения представленного способа регулирования являются повышение производительности процесса шлицефрезерования, снижение объёма бракованной продукции, а также повышение надёжности и точности работы шлицевых соединений вследствие стабильности их геометрических параметров.

3. Исследования формообразования шлицевых поверхностей являются неотъемлемой частью анализа точности шлицевого соединения, однако, само соединение формируется на этапе его сборки. Именно здесь проявляется влияние погрешностей предыдущих этапов и делается заключение о точности соединения.

Задача относительной ориентации деталей на позиции сборки с требуемой точностью, прежде всего, заключается в определении условий их соединения.

Для моделирования собираемости шлицевого соединения используется построение кусочно-непрерывных функций шлицевого профиля вала и отверстия. Так, например, полученная функция $R(\varphi)$ позволяет построить любой стандартный эвольвентный шлицевый профиль (рис. 3).

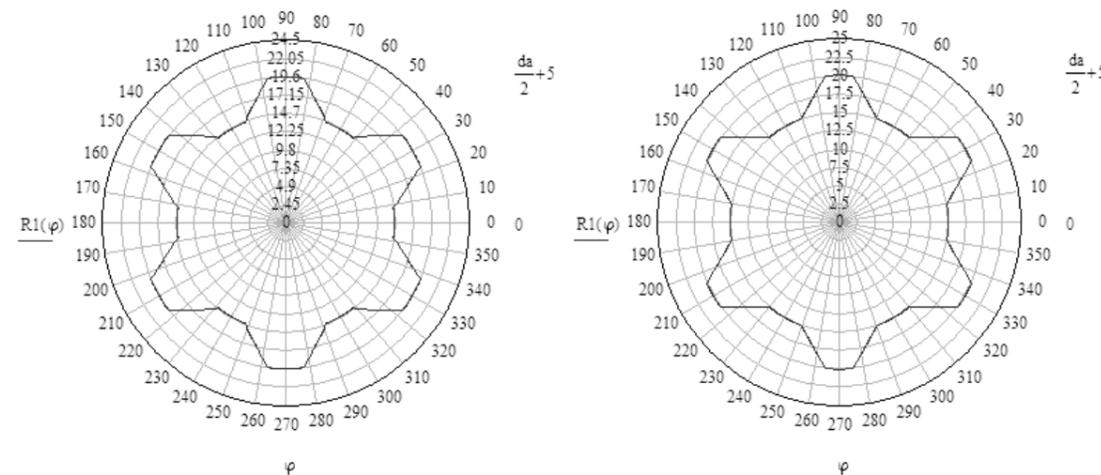


Рис. 3. График функции эвольвентного шлицевого профиля вала (справа) и втулки (слева)

Выведенные функциональные зависимости представляют собой методику прогнозирования, позволяющую устанавливать соответствие геометрических параметров боковых сторон прямобоочных и эвольвентных шлицевых соединений с условиями точности и собираемости на этапах их формирования, а также проводить связь собираемости с точностью изготовления компонентов шлицевых соединений.

4. Логическим завершением комплекса технологических, опытно-конструкторских и экспериментально-исследовательских работ, направленных на повышение точности изготовления шлицевых поверхностей на валах и в отверстиях является создание универсальных конструкций приспособлений для контроля профиля шлицев.

Контроль формы конкретного поперечного сечения шлица на валах и в шлицевых втулках можно осуществить при помощи профильных калибров, а их изменение в продольном сечении и положение по отношению к оси детали и другим шлицам можно проконтролировать только при помощи специальных устройств, которые, в частности, не всегда могут произвести измерение в длинных шлицевых отверстиях.

Если учесть, что форма поперечного сечения шлица бывает прямобочная, треугольная и эвольвентная с симметричным взаимным расположением относительно друг друга и относительно оси детали, то и контрольные приспособления должны обладать возможностями для контроля всех параметров.

В связи с этим, для повышения эффективности контроля боковых поверхностей шлицев создан ряд конструкций приспособлений для комплексного контроля шлицевого вала и отверстия [5, 6, 7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Шалыжин, К. А.** Обеспечение точности изготовления прямобочных шлицевых соединений на основе прогнозирования оптимальных параметров технологической системы [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.02.08 : защищена 16.10.09 : утв. 30.12.09 / Шалыжин Кирилл Алексеевич. – Могилев, 2009. – 194 с.
2. Технологическое обеспечение качества ступенчатых валов и шлицевых соединений : монография / А. А. Жолобов [и др.]; под ред. А. А. Жолобова. – Смоленск, 2014. – 204 с.
3. **Трофимов, Б. Ф.** Расчет моментов инерции сечения шлицевых валов с эвольвентным профилем зубьев / Б. Ф. Трофимов // Вестник машиностроения. – 2004. – № 8. – С. 23–25.
4. **Феодосьев, В. И.** Сопротивление материалов : учебник для вузов / В. И. Феодосьев. – 9-е изд. перераб. – М. : Наука, 1986. – 512с.
5. **Пат. № 2136 РБ, МПК G 01B 3/00.** Устройство для контроля шлицевых валов [Текст] / М. Ф. Пашкевич, А. А. Жолобов, К. А. Шалыжин ; заявл : u20050066 от 14.02.05 ; опубл. 30.09.05.
6. **Пат. № 9167 РБ, МПК G 01B 3/00.** Устройство для контроля шлицевых валов [Текст] / А. А. Жолобов, В. А. Логвин, Е. Ю. Демиденко, А. О. Козлов ; заявл : u20120888 от 15.10.12 ; опубл. 30.04.13.
7. **Пат. № 9567 РБ МПК G 01B 3/00.** Устройство для контроля шлицевых отверстий [Текст] / А. А. Жолобов, Е. Ю. Демиденко, Ю. Н. Винкевич ; заявл : u20130209 от 11.03.13 ; опубл. 30.10.13.

- ДОЛЯЧКО В.П., КОРОТЕЕВ А.О. Влияние режима сварки с двухструйной газовой защитой на размеры сварного шва..... 83
- КОЛОБОВА М.С., СТЕПАНОВ А.А. Об особенностях автоматического регулирования процесса контактной рельефной сварки по мощности тепловложения в межэлектродную зону..... 84
- КОРОТЕЕВ А.О. Особенности переноса электродного металла при дуговой сварке с двухструйной коаксиальной подачей защитных газов в зону горения дуги..... 85
- ПОДОЙНИЦЫН Д.В. Математическое моделирование процесса газовой защиты при сварке..... 86
- ПОЛЯКОВ А.Ю., СТЕПАНОВ А.А., ЮМАНОВ Д.Н. О влиянии циклограммы нагрева на твердость соединений, выполняемых контактной рельефной сваркой..... 87
- СТАЛЕНКОВ С.А. О возможности управления структурно-фазовым составом сварных соединений мартенситно-ферритных сталей при сварке и термической обработке..... 88
- ЮМАНОВ Д.Н., ДЕНИСОВ Д.А. Об особенностях математического моделирования термомодеформационного процесса контактной рельефной сварки в программной среде ANSYS..... 89

Секция 5. Транспортные и технологические машины

- БОРИСОВ А.Л. Экономическая эффективность применения центробежной очистки масла в режущем аппарате многороторных косилок 90
- БОРИСОВ А.Л. Результаты исследования центробежной очистки масла в режущем аппарате многороторных косилок..... 91
- КАРПЕКИН И.В. Проблемы эксплуатации грузовых гидроманипуляторов мобильных машин..... 92
- КОНОПАЦКИЙ В.С. Перспективные направления совершенствования конструкций рыхлителей..... 93
- КУРОЧКИН Н.В., УСОВ М.С. Применение местных материалов в качестве добавок в асфальтобетон..... 94
- РЕУСТКИЙ И.А. Комплекс для сушки влажного материала на основе цепного измельчителя..... 95
- РОВСКИЙ А.М. Измельчитель сырьевых материалов с цепным рабочим органом..... 96
- ХАДКЕВИЧ И.Ю. Апробация новой методики диагностирования гидродинамического трансформатора мобильных машин..... 97
- ЯКУШКИН Д.И. Перспективные направления модернизации рабочего оборудования одноковшового экскаватора ЭО-3223..... 98

КРАВЧУК М.А. Разработка технологических основ синтеза стекол для получения полых стеклянных микросфер.....	64
КУРОЧКИН Н.В., БУТРАМЕНКО А.А. Процессы механоактивации для бетонных смесей.....	65
МУРАВЬЕВ. А.А. Глушеная глазурь для майоликовых изделий хозяйственного назначения.....	66
НАУМОВИЧ А.С., МАРАЧУК Е.Н. Перспективность применения полиуретановых материалов для защиты металлов от коррозии.....	67
НОВИЦКАЯ Т.А. Составы масс для получения поризованных пустотелых блоков с использованием отходов производств.....	68
ПЕРЕВОЗНИКОВ С.С. Селективное удаление олова с поверхности медных проводников печатных плат.....	69
ПОЗНЯК А.И. Прозрачные глазури для декорирования майоликовых изделий.....	70
ПОЗНЯК А.И. Влияние температурно-временных параметров обжига на деформацию керамических плиток.....	71
ПОЛИВОДА А.С. Использование отходов катализатора крекинга углеводородов нефти для синтеза керамических пигментов муллитоподобной структуры.....	72
РУДНИЦКИЙ К.Ф. Изготовление породоразрушающего инструмента из быстрорежущих сталей с использованием наномодификаторов.....	73
САВИНОВ Д.Н. Повышение износостойкости подшипников скольжения методом дугового напыления.....	74
СИВАЧЕНКО Т.Л. Технологические аппараты с иглофрезерными рабочими органами.....	75
ТУРЛЕНКО А.М., АЛЕХИН С.С. Опыт модернизации установки для нанесения износостойких покрытий «ПУСК-83».....	76
ФЕДОСЕНКО А.С. Влияние ПАВ на грануляцию порошков системы Fe-Al в процессе РМЛ.....	77
ХВОРИК О.В., ВОРОНКОВИЧ Е.Л. Ситаллоцементы для высокотемпературных спаев.....	78
ХРИСАНЕНКОВА Т.М. Современные способы переработки нефти на НПЗ.....	79
ШИМАНСКАЯ А.Н. Износостойкие полуфритованные глазурные покрытия плиток для настила полов.....	80
ШУХНО Н.Л. Технология изготовления абразивного шнура.....	81
Секция 4. Новые технологии в сварочном производстве	
ГУБА С.В. Автоматизация технологического процесса аргонодуговой орбитальной сварки толстостенных трубопроводов ответственного назначения.....	82

УДК 629.3

КОМПЬЮТЕРНАЯ ДИАГНОСТИКА
ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ

И. Ю. ХАДКЕВИЧ

Научный руководитель С. А. РЫНКЕВИЧ, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

В конструкциях автомобилей, тракторов и других мобильных машин широкое применение получили гидромеханические передачи (ГМП), что способствует увеличению срока службы двигателя и трансмиссии, уменьшению количества ступеней в механической части трансмиссии, сокращению числа переключений передачи и др.

Современные возможности микроэлектроники позволяют выполнять диагностирование на высоком уровне благодаря новейшему техническому оснащению, наличию совершенной измерительной базы с использованием высокочувствительных датчиков и регистрирующей аппаратуры. Эффективное диагностирование обеспечивается также на основе применения новых методов анализа информации с использованием современных информационных технологий, в том числе теорий искусственного интеллекта, нечеткой логики, искусственных нейронных сетей.

Наиболее эффективная реализация методов определения технического состояния элементов гидромеханических трансмиссий возможна на основе применения современных систем диагностирования.

Для повышения эффективности ГМП необходимо отслеживать КПД гидродинамического трансформатора (ГДТ), состояние фрикционов, зубчатых передач и др.

ГМП включает в себя три основные части:

- гидротрансформатор;
- механическую коробку передач;
- систему управления.

Эффективность эксплуатации мобильных машин с ГМП во многом определяется техническим состоянием ГДТ. Он обеспечивает плавное трогание с места при высоких тяговых нагрузках и низких значениях передаточного отношения i_{mn} , за счет высокого значения коэффициента трансформации K_{mn} . КПД ГДТ в этот период достаточно низкий и мощность двигателя расходуется в большей мере на разогрев рабочей жидкости. В эксплуатации КПД должен быть в пределах от 0,87 до 0,98.

ГДТ работает в трех режимах (рис. 1):

- режим трансформации момента;
- режим гидромукты;
- режим блокировки.

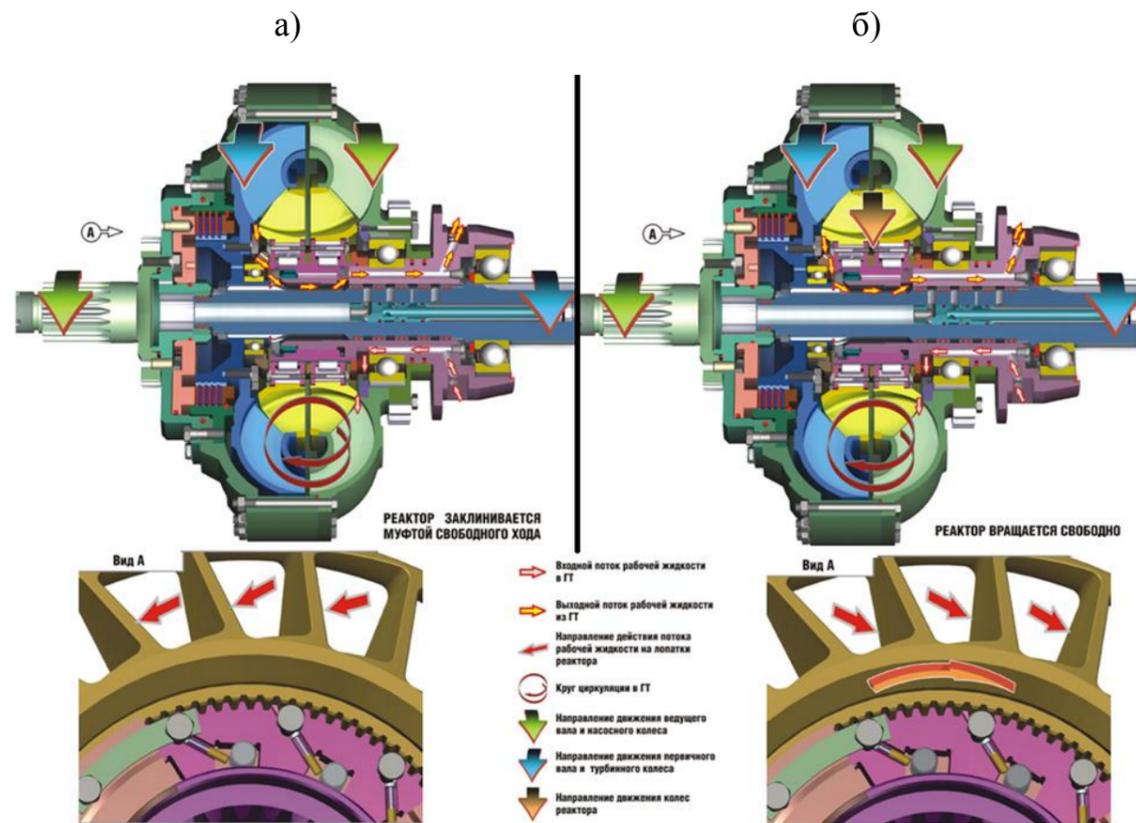


Рис. 1. Режимы работы гидродинамического трансформатора: а – режим трансформации момента; б – режим гидромуфты

Реакторные колеса ГДТ установлены на муфтах свободного хода (МСХ), которые позволяют обеспечивать режим трансформации момента и режим гидромуфты. В процессе эксплуатации МСХ может выходить из строя. Выход из строя МСХ приводит либо к исключению возможностей стопорения реакторных колес, либо к заклиниванию роликов МСХ и полной блокировке колес реактора, и, как следствие, ГДТ не выходит на режим ГДМ на высоких значениях передаточного отношения. В этом случае поток жидкости разбивается о них не доходя до лопаток турбинного колеса и КПД стремительно падает (рис. 2). В отсутствие возможности стопорения реакторного колеса на режимах трансформации момента ГДТ переходит в ГДМ, не трансформируя момент. И хотя ГМП продолжает выполнять свои функции, но показатели эффективности выполнения транспортной работы резко снижаются (уменьшается производительность, возрастает расход топлива).

Поскольку МСХ находится внутри ГДТ, то информацию об их состоянии получить трудно, поэтому необходимы косвенные методы.

ДОКОНОВ Л.Г., ШИМУКЕНУС В.М. Прецессионная передача фрикционного типа.....	44
ЗАЛУЦКИЙ С.З., СИНИЙ С.В. Результаты экспериментальных исследований шнеков с эластичной поверхностью.....	45
КАЛЕНТИОНОК Р.А., КРИВОНОГОВА Е.Г. Анализ кинематической погрешности прецессионной передачи при смещении осей вращения колес.....	46
ЛЕМНИЦКАЯ А.В. Матричная методика расчета кинематических характеристик исполнительного механизма.....	47
ЛУСТЕНКОВА Е.С., РАЗГОНОВ М.В. Редуктор со сферической роликовой передачей.....	48
МАКАРЕВИЧ А.С., ВОЛК Р.С. Расчет и конструирование ручного подъемно-тягового механизма.....	49
ПАШКЕВИЧ А.М. К оценке нагруженности звеньев шариковых радиально-плунжерных редукторов.....	51
ПАШКЕВИЧ А.М. Использование радиальной компоновки шариковых редукторов для уменьшения осевых размеров.....	52
ПОВАРЕНКОВА А.А. Моделирование изгиба трубопровода.....	53
ПРУДНИКОВ А.П. Расчет прогибов элементов узлов передачи с промежуточными телами качения.....	54
РУБИК С.В. Оценка методов расчета малых колебаний эллиптического маятника.....	55
СИНИЙ С.В., ГЕВКО Р.Б. Результаты экспериментальных исследований машин для уборки корнеклубнеплодов.....	56

Секция 3. Технологии получения и обработки новых материалов и покрытий

БЕЛАЯ М.А., РАБЫКО А.С., ЕЛИСЕЕВА А.Н., ВЫЩЕПОЛЬСКИЙ В.С. Влияние тлеющего разряда на структуру и фазовый состав азотированной стали 4Х4ВМФС.....	57
ГЕЛАЙ А.И. Радиопрозрачные стекла.....	58
ГЕЛАЙ А.И. Стекла радиозащитного назначения.....	59
ГУНДИЛОВИЧ Н.Н., КАШКАН А.А. Кварцевая керамика для мембранных процессов сепарации и концентрирования жидких и газообразных продуктов.....	60
ДЕМИДЕНКО П.В. Исследование конструктивных схем уплотнительных устройств валов магистральных насосов.....	61
ЖИГАЛОВ А.Н., МАСЛОВ А.Р. Повышение эффективности фрезерования путем совершенствования структуры режущих твёрдых сплавов.....	62
КОЛОДКЕВИЧ Ю.И., ТКАЧУК В.С. Исследование свойств компактов на основе мах фаз, полученных методом импульсного нагружения.....	63

технологических процессов для умных производств в сфере машиностроения.....	27
ОРЛОВ П.С. Автоматизированная система управления загрузкой технологического оборудования при переработке промышленных отходов.....	28
ПЕНИН Д.М. Концепция построения интеллектуальной системы управления специализированным робототехническим комплексом.....	29
РЫБАКОВА А.В. Автоматизация проектирования технологических процессов для деталей типа «втулка».....	30
САСКОВЕЦ К.В., ЯЩЕНКО О.В., ЧЕРНЯКОВ С.Г. Пути повышения кинематической точности планетарных радиально-плунжерных передач.....	31
СЕМЯКИНА Е.В. Проблемы обработки концевыми фрезами на станках с ЧПУ.....	32
СЕНТЮРОВ Н.С. Повышение качества сырья для производства топливных пеллет.....	33
ФЕДОНИНА С.О. Структура СЧПУ для фрезерно-гравировального станка.....	34
ХРИСАНЕНКОВА Т.М. Особенности современных конструкций скважин для материковой добычи нефти.....	35
ЦАЙЦ М.В., ЛЕВЧУК В.А. Результаты теоретических исследований роторного очесывающего устройства.....	36
ЧЕРНЯКОВ С.Г., САСКОВЕЦ К.В., ЕРКОВИЧ А.И. Разработка методики контроля кинематической погрешности планетарного шарикового радиально-плунжерного редуктора.....	37
ШАТУРОВ Д.Г., ПАНКОВ М.В. Стойкость лезвийного инструмента при наростообразовании.....	38
ШИЛИНА Т.М. Проектирование и изготовление фрезерно-гравировального станка для учебного процесса.....	39
ЮШКЕВИЧ Н.М., КИСЛЯК Д.С., ЛУКАШОВ П.В. Оценка параметров качества поверхности после пневмовибродинамической обработки.....	40

Секция 2. Механика машин и механизмов

АКУЛОВА Е.М., СТАЛЬМАКОВ В.А., МИХАЛЬКОВ Н.В. Электромоделирующее устройство для решения контактных задач....	41
ГАВРИЛЕНЯ А.К., БОГДАНОВИЧ И.А. Теоретическое обоснование технологических параметров ролико-кольцевых мельниц центробежного типа.....	42
ГРОМЫКО П.Н., ХАТЕТОВСКИЙ С.Н., ЮРКОВА В.Л. Снижение массогабаритных и стоимостных показателей приводов на основе использования эксцентриковых передач с самоустанавливающимся зацеплением зубчатых колёс.....	43

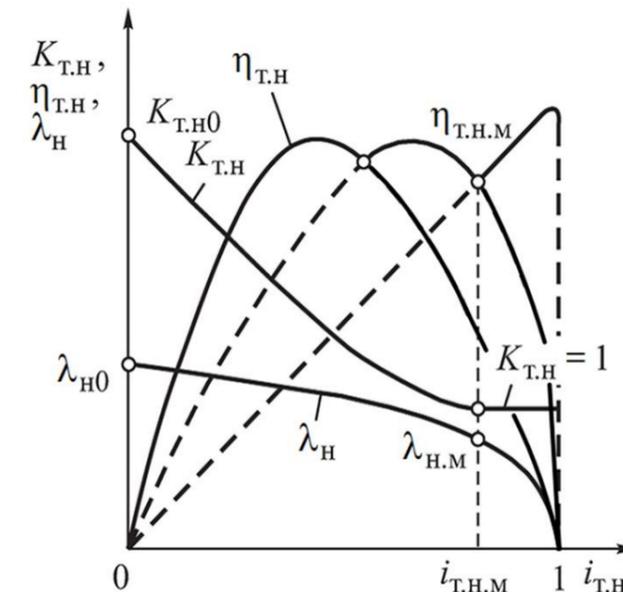


Рис. 2. Безразмерные характеристики комплексного двухреакторного ГДТ

Существуют методики оценки технического состояния ГДТ по характеристикам разгона и температуре рабочей жидкости. Для этого требуются специально подготовленные мерные участки и полная нагрузка машины. И при этом отсутствует гарантия правильной постановки диагноза МСХ [1].

Одним из параметров, характеризующих состояние МСХ, является КПД ГДТ на различных режимах работы. Сопоставляя два режима работы – заблокированном ГДТ и разблокированном (при одинаковых нагрузочных и скоростных режимах), можно делать вывод о состоянии МСХ [2].

Существующие средства диагностики не приспособлены к диагностированию механических систем, что приводит к необходимости создания отдельного внешнего средства. В данное время востребованы гибкие системы диагностики, включающие в себя датчики первичной информации, промежуточные средства обработки информации и ноутбук с установленным программным обеспечением. Диагностирование гидромеханической передачи с помощью гибких систем позволяет определить техническое состояние объекта без разборки. Такой подход снижает простой машины, сокращает расходы на обслуживание и ремонт. Выполнение необходимых ремонтов, при выявлении неисправности, позволяет сократить расход запасных частей и топливо-смазочных материалов.

Для проверки правильности разработанного алгоритма диагностирования ГДТ мобильных машин необходимо провести экспериментальные исследования. Эля этого подготовлен моторно-динамический стенд (рис. 3), который включает в себя дизельный шестицилиндровый двигатель RABA-MAN D 2356 HM 6 U; гидромеханическую передачу ЛАЗ-НАМИ-03Г 19.17ГМЗ-80 («Львів-3»); маховые массы, имитирующие инерционные

свойства порожней машины и электропорошковый тормоз ПТ-250, позволяющий имитировать нагрузки.

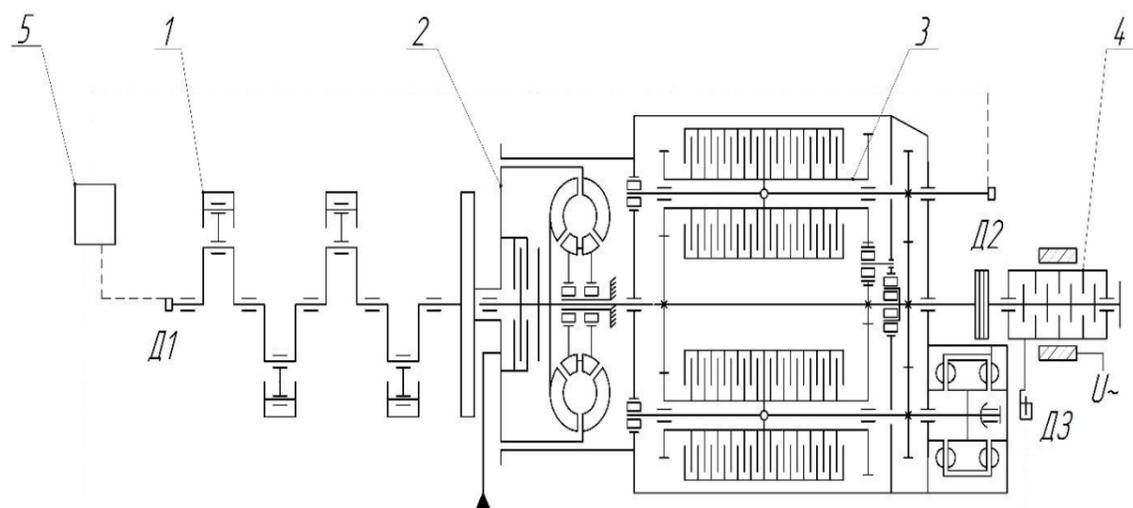


Рис. 3. Кинематическая схема моторно-динамического стенда: 1 – ДВС; 2 – ГДТ; 3 – механическая коробка передач; 4 – электропорошковый тормоз; 5 – измерительная система

В измерительную систему стенда на базе персонального компьютера входят: необходимые датчики (датчики угловых скоростей и крутящих моментов) и универсальная плата АЦП/ЦАП L-Card L-780M. Проведена тарировка датчиков и тормоза.

В таком виде средства диагностики не требуют изменения конструкции машины, систем управления, сборочных единиц. А учитывая, что диагностика необходима не на всех стадиях эксплуатации машины, то делать встроенные системы диагностики нецелесообразно, так как они не будут длительное время востребованы. Поэтому важным этапом является создание гибких систем, которые предназначены для конкретных узлов.

Предварительные исследования показали вероятность получения информации, позволяющей реализовать предлагаемый метод диагностирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарасик, В. П. Диагностирование технического состояния гидродинамического трансформатора карьерного самосвала / В. П. Тарасик, В. В. Региня // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2014. – №3. – С. 68–78.
2. Хадкевич, И. Ю. Бортовая система диагностирования гидродинамического трансформатора мобильных машин / Г. Л. Антипенко, И. Ю. Хадкевич // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2015. – №4. – С. 5–13.

СОДЕРЖАНИЕ

Пленарное заседание	
СЕРГЕЕВА О.С. Современные технологии ультразвукового контроля на основе использования поверхностных и подповерхностных волн.....	3
ДЕМИДЕНКО Е.Ю. Технические и экономические проблемы формирования шлицевых соединений в машиностроении.....	4
ХАДКЕВИЧ И.Ю. Компьютерная диагностика гидромеханических передач.....	11
Секция 1. Технология машиностроения, автоматизация технологических процессов и производств	
БОГДАН П.С. Электроэрозионная обработка как операция заточки рабочих поверхностей режущих инструментов.....	15
БОРОДЫНКИН А.Д. Основные проблемы и особенности при выборе поворотного делительного стола при проектировании станков с ЧПУ.....	16
ВЕРЕМЕЙКО Е.А. Иглофрезерование – перспективный метод обработки деталей машин.....	17
ДОБРЯ К.Ю. Темпоральные документо-ориентированные базы данных в управлении информацией об оборудовании для мониторинга и измерений.....	18
ИВАНЧИК А.В. Разработка приспособления для прецизионного шлифования пуасонов.....	19
КОРНАКОВА Г.Н. Применение 3-D прототипирования в направлениях программы «ДОСТУПНАЯ СРЕДА».....	20
КУРЕТКОВА Л.Н. Применение программы «КОМПАС» в проектировании.....	21
КОСАЧ А.А., НАУМОВ В.Н. Концепция построения автоматизированных систем контроля герметичности на основе технологии SCADA.....	22
ЛЕВЧУК В.А., ЦАЙЦ М.В. Результаты исследования обмолачивающего устройства в линии первичной переработки льна...	23
МИРОНОВА М.Н. Оптимизация массогабаритных показателей машин и механизмов на основе использования функциональных семантических сетей.....	24
МОНИЧ С.Г. Особенности формирования поверхности титанового имплантата при ее электроэрозионной обработке проволочным электродом-инструментом.....	25
МОСКВИЧЕВА И.С. Графовая модель конструкторско-технологического документооборота при неразрушающем контроле...	26
НИКИШЕЧКИН П.А., КОВАЛЕВ И.А., ГРИГОРЬЕВ А.С. Программно-реализованный контроллер автоматизации	

УДК 338.45
ОСОБЕННОСТИ СОСТАВЛЕНИЯ ПЛАНА ПРОЕКТА С УЧЕТОМ
НЕПРЕДВИДЕННЫХ ОБСТОЯТЕЛЬСТВ

Д. Ю. ШУТОВА

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

Все верно составленные планы имеют одну закономерность – на их пути встречаются неожиданные и изменяющиеся обстоятельства. Это объясняется тем, что заранее запланированные действия обычно не идут по плану. Поэтому самое главное – это правильно использовать основы управления риском. Планирование непредвиденных обстоятельств подразумевает под собой минимизацию последствий определенных угроз, которые впоследствии могут превратиться в реальность [1]. Естественно, нереально определить и предугадать все возможные риски и угрозы. Но существует достаточно большое количество инструментов, с помощью которых можно избежать ту или иную проблему, а это SWOT-анализ, анализ допущений, мозговой штурм и т.д.

План на случай непредвиденных рисков должен быть частью целостного подхода к управлению рисками, который включает в себя сами риски и заранее предугаданные действия. Поэтому целесообразно использовать следующие методы.

1. Частое обсуждение угрозы плана проекта с той командой, которая задействована в его разработке, чтобы определить с ними важные аспекты и решить, на какие угрозы следует обращать внимания в первую очередь.

2. После выделения основных угроз следует постоянно отслеживать («мониторить») основные индикаторы, указывающие на возникновение угрозы.

3. Составление фигурирующего плана в случае с непредвиденными обстоятельствами.

4. В случае наличия непредвиденных обстоятельств, следует задокументировать план. Этот план может перейти в следующий проект, может помочь при разработке и планировании будущих тактик и стратегий управления рисками.

При финансовой поддержке гранта №15-07-02935.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Бортников Г. П.** Планирование на случай непредвиденных обстоятельств: подходы западных банков и требование органов надзора [Электрон. ресурс] // Управление в кредитной организации [сайт]. URL: <http://www.lawmix.ru/bux/91111> (дата обращения: 05.09.2016).

УДК 621.9.048
ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННАЯ ОБРАБОТКА КАК ОПЕРАЦИЯ ЗАТОЧКИ
РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

П. С. БОГДАН

Научный руководитель М. Г. КИСЕЛЕВ, д-р техн. наук, проф.
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Минск, Беларусь

Цель данной работы заключалась в оценке влияния электроэрозионной обработки (ЭЭО) рабочей поверхности отрезного диска на формирование на ней режущих элементов и проверке возможности их восстановления путем повторной ЭЭО режущей поверхности, изношенной при выполнении операции распиливания.

Объектами исследования являлись диски из стали У8А диаметром 75 мм и толщиной 0,3 мм с центральным посадочным отверстием $\Phi 16$ мм. ЭЭО их рабочей поверхности (режущей кромки) осуществлялась напряжением 75 В при емкости накопительного конденсатора 300 мкФ.

После ЭЭО рабочей поверхности диска проводилось распиливание им образца из текстолита. Процесс проходил этапами, на каждом из которых распиливалась фиксированная площадь в 120 мм^2 , с измерением времени каждого этапа. Режущая способность диска оценивалась по значению

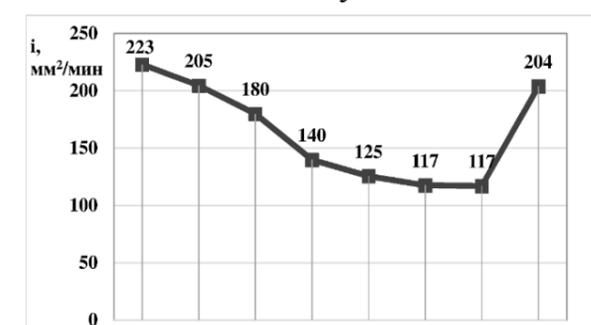


Рис. 1. Зависимость интенсивности распиливания образца из текстолита одним испытуемым диском от площади распиленной им поверхности

i – интенсивности распиливания им образцов, которая вычислялась отношением S – площади распиленной поверхности к продолжительности выполнения операции t ($i=S/t$; мм²/мин) (рис. 1). После резкого падения интенсивности распиливания и начала участка ее стабилизации на графике, рабочая поверхность диска подверглась повторной ЭЭО.

Экспериментально установлено, что путем выполнения электроэрозионной обработки рабочей поверхности режущего инструмента можно придать ей режущую способность за счет образования специфического рельефа с элементами, выступающими за исходный контур; после износа поверхности, возможно восстановление режущей способности практически до первоначальной величины. Таким образом, ЭЭО рабочей поверхности режущего инструмента оправдано рассматривать как специфический вид операции заточки, отличающийся простотой и технологичностью.

УДК 621.9

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ОСОБЕННОСТИ ПРИ ВЫБОРЕ
ПОВОРОТНО-ДЕЛИТЕЛЬНОГО СТОЛА
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СТАНКОВ С ЧПУ

А. Д. БОРОДЫНКИН

Научный руководитель А. Н. ЩЕРБАКОВ, канд. техн. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Брянск, Россия

Одними из основных элементов оборудования, предназначенного для автоматизации технологических процессов в машиностроении, являются поворотные делительные столы.

Основным узлом поворотного делительного стола, является привод.

Тип привода влияет на следующие характеристики поворотного стола:

- точность позиционирования планшайбы;
- габариты поворотного стола;
- частота вращения планшайбы;
- стоимость.

Для поворотных столов, применяемых в качестве оснастки для станков с ЧПУ, используются электромеханические приводы.

Т. о. были рассмотрены поворотные столы со следующими электромеханическими приводами: привод с цилиндрической передачей, привод с червячной передачей, привод с планетарно-цевочным редуктором.

Анализ данных приводов выявил следующие особенности:

- при цилиндрической передаче: отсутствие самоторможения; высокий КПД; высокая допустимая частота вращения; сложная конструкция;
- при червячной передаче: высокая редукция при хорошей компактности; самоторможение; высокая точность; низкое КПД; ограничение частоты вращения; износ колеса;
- при использовании планетарно-цевочного редуктора: малые габариты; широкий диапазон передаточных отношений; высокий КПД; высокая надёжность и долговечность; высокая устойчивость к перегрузкам; минимальное обслуживание при эксплуатации.

Принято решение использовать электромеханический привод с червячной передачей, как по стоимости, точности, простоте конструкции, а, следовательно, и простоте в обслуживании.

УДК 338.45

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРО-НЕЧЕТКИХ АЛГОРИТМОВ
ДЛЯ ОТБОРА АЛМАЗНОГО СЫРЬЯ

Д. А. ШУТОВ

Научный руководитель Т. В. КАКАТУНОВА, д-р экон. наук, проф.
Ф-л федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»
Смоленск, Россия

Одним из самых важных этапов обработки крупного сырья является его отбор и оценка, поскольку крупные камни могут содержать скрытые дефекты или вкрапления, которые не заметны при первичном осмотре, однако могут существенно снижать стоимость конечного бриллианта, поскольку в данном случае возможны варианты от существенного уменьшения размеров камня до разделения камня на несколько мелких. Для оценки степени влияния (стоимости ошибки) на этапе отбора сырья на финансовый результат деятельности предприятия предлагается использовать методы нечеткого логического вывода, а частности может быть предложена методика, предполагающая использование в нечетко-логический алгоритм оценки характеристик сырья и дальнейшего влияния на формирование финансового результата деятельности предприятия. Данный алгоритм основан на двухуровневом алгоритме нечеткого логического вывода. Результирующая лингвистическая переменная, характеризующая степень влияния характеристик сырья на формирования стоимости итогового бриллианта в процессе его производства на величину финансового результата, описывается 5-6 термами.

База нечетких продукционных правил имеет следующий вид:

2 уровень: Если $P_{ij} = A_{ij}^t$, то $R_i = B_i^l \parallel v_{ip}$;

1 уровень: Если $R_i = B_i^l$, то $F = C^q \parallel v_s$,

где P_{ij} – значение j -ого показателя оценки влияния характеристик сырья для i -ого этапа производственного процесса; A_{ij}^t – t -ый терм j -ого показателя оценки влияния характеристик сырья i -ого этапа; R_i – влияние i -ого этапа на финансовый результат; B_i^l – l -ый терм оценки качества выполнения i -ого этапа; F – итоговая оценка финансового результата, полученного в результате реализации процесса обработки процесса обработки «крупного» камня; C^q – q -ый терм итоговой оценки финансового результата в целом; v_{ip} – вес p -ого правила для оценка качества i -ого этапа (задается экспертным путем); v_s – вес s -ого правила для определения итоговой оценки.

При финансовой поддержке гранта 16-07-00491.

М. В. ЧЕРНОВАЛОВА

Научный руководитель О. В. БУЛЫГИНА, канд. экон. наук, доц.
Ф-л федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»
Смоленск, Россия

В настоящее время широкое распространение получили системы по управлению проектами, что вызвано постоянным усложнением решаемых управленческих задач. В связи с этим актуальным становится вопрос поиска путей совершенствования таких информационных систем. С учетом того, что в процессе управления проектами довольно часто приходится принимать сложные решения в условиях неопределенности, целесообразно рассмотреть возможность применения экспертных систем в данном процессе (рис. 1).

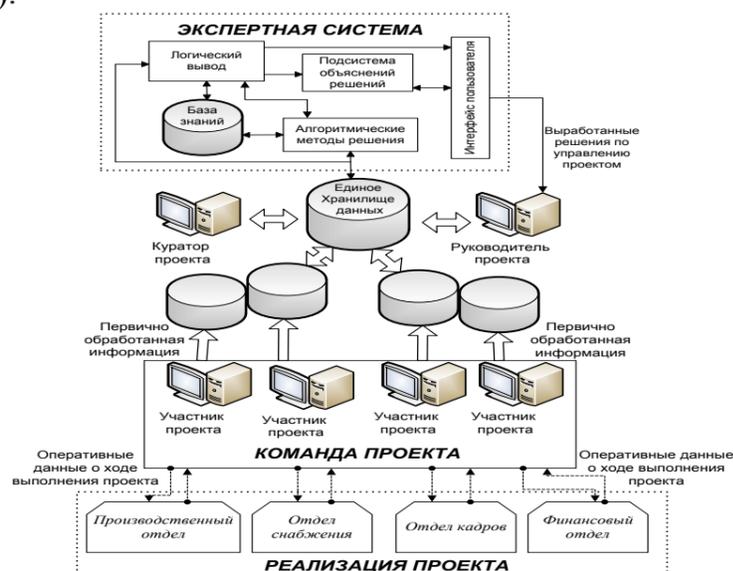


Рис. 1. Архитектура системы управления проектами на основании экспертной системы

Построение информационной системы на основе данной архитектуры позволит получить эффективный инструмент по управлению проектами, который оперирует всей необходимой информацией для принятия качественных решений. Благодаря хранению в базе знаний долгосрочных данных, необходимых для описания процесса реализации проекта (а не текущих данных), и правил, которые описывают целесообразность преобразования этих данных, сокращается время на выработку решений.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 15-07-02935-а.

Е. А. ВЕРЕМЕЙКО

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

Одним из перспективных методов обработки для формирования качества поверхности и эксплуатационных показателей деталей машин является иглофрезерование. Режущими элементами иглофрезы являются проволочные элементы малого диаметра ($d=0,2...1,0$ мм) с высокой (до 40...80 %) плотностью упаковки. Материал проволочных элементов – легированные пружинные стали 51ХФА, 60С2А, 65С2ВА и др. Особенность геометрии режущих элементов иглофрезы – незначительный радиус округления режущей кромки, которая, в процессе работы, самозатачивается. Это обеспечивает при реверсировании вращения инструмента его работу без переточек [1].

Каждый проволочный элемент – полужесткий микрорезец. При вращении иглофрезы, проволочные элементы режущего контура иглофрезы соприкасаются с обрабатываемой поверхностью и упруго деформируются в тангенциальном направлении. Формируются углы резания. В результате врезания микрорезцов в поверхность обрабатываемой заготовки и перемещения относительно нее происходит снятие поверхностного слоя металла [1].

Иглофрезерование в значительной степени подобно процессам фрезерования и шлифования, т. к. при всех указанных способах обработки имеет место дискретный контакт инструмента с обрабатываемой поверхностью. Кроме этого, с фрезерованием иглофрезерование сближает и то, что резание производится металлическими проволочными элементами, а со шлифованием – количество режущих элементов, а в ряде случаев, и размеры стружки [2].

Восстановление режущих свойств иглофрез при реверсировании их вращения обеспечивает работу без переточек. Важное преимущество иглофрез – их высокая долговечность. В производственных условиях их работоспособность доходит до 2000 часов. Особенностью иглофрезерования является возможность последующего использования металлической стружки, составляющей, в отдельных случаях, до 5 % массы обрабатываемой детали [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ажогин, Ф. Ф. Коррозионное растрескивание и защита высокопрочных сталей / Ф. Ф. Ажогин. – М. : Металлургия, 1971. – 256 с.
2. Баршай, И. Л. Обеспечение качества поверхности и эксплуатационных характеристик деталей при обработке в условиях дискретного контакта с инструментом / И. Л. Баршай. – Минск : УП «Технопринт», 2003. – 246 с.

УДК 681.516.75
ТЕМПОРАЛЬНЫЕ ДОКУМЕНТО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ БАЗЫ
ДАнных В УПРАВЛЕНИИ ИНФОРМАЦИЕЙ ОБ ОБОРУДОВАНИИ
ДЛЯ МОНИТОРИНГА И ИЗМЕРЕНИЙ

К. Ю. ДОБРЯ

Научный руководитель Е. Е. КОВШОВ, д-р техн. наук, проф.
АО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И КОНСТРУКТОРСКИЙ
ИНСТИТУТ МОНТАЖНОЙ ТЕХНОЛОГИИ-Атомстрой» ГК «РОСАТОМ»
Москва, Россия

Применение на промышленных предприятиях различных отраслей все большей номенклатуры оборудования для мониторинга и измерений (далее – оборудования), а в частности – средств измерений, испытательного оборудования, эталонов, стандартных образцов, средств контроля и индикаторов обуславливает необходимость эффективного управления информацией об этом оборудовании, включая координацию деятельности предприятий отрасли в части метрологического обеспечения. В связи с этим, научно-практическая задача повышения эффективности управления информацией об оборудовании для метрологических служб является важной и актуальной.

Для решения поставленной задачи разрабатывается темпоральная документо-ориентированная база данных (БД) для управления информацией об оборудовании.

Существующие в настоящее время программные решения для метрологических служб по автоматизированному учету оборудования позволяют контролировать все этапы эксплуатации, учитывая различные особенности категорий оборудования. Внедрение на предприятиях темпоральной документо-ориентированной БД оборудования обеспечит не только выполнение графиков поверки (калибровки, аттестации), но и позволит прогнозировать изменение метрологических характеристик оборудования, что, при условии качественного планирования ремонтов или обновления парка оборудования, подтвердит свою экономическую эффективность.

Промышленно реализуемое программное решение на основе применения темпоральных документо-ориентированных БД, работает быстрее, обладает лучшей масштабируемостью, его легче использовать, оно способно обеспечить реализацию как универсальных возможностей программного обеспечения для автоматизированного учета, так и сформировать функционал, позволяющий повысить эффективность управления информацией об оборудовании за счет обработки больших данных (Big Data) с изменяемой структурой, отсутствием таблиц, схем, запросов SQL, внешних ключей и многих других вещей, которые присущи объектно-реляционным БД.

УДК 338.47
ОЦЕНКА ОРГАНИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
НА ПРЕДПРИЯТИИ

Н. Б. ХУДОЛЕЕВА

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

Было проведено исследование организации транспортной деятельности транспортного предприятия СООО «Могилеввнештранс». На данном предприятии организацией транспортной деятельности занимается отдел маркетинга и эксплуатации. Его задача – поиск новых клиентов, а также ведение старых, стабильных клиентов на основании договора. С новыми клиентами заключается двухсторонний договор, который является основанием выполнения «Заявки Клиента».

Для эффективной организации перевозочного процесса разработана система последовательных действий сотрудников предприятия, которая включает выбор подвижного состава, исходя из специфических свойств перевозимого груза, снабжение водителя пакетом сопроводительных документов (CMR, TTN, TIR, путевой лист и т. д.), а также выставление счета и акта выполненных работ по итогам выполненной перевозки. Таким образом, согласованы действия таких служб, как отдел маркетинга и эксплуатации, диспетчерская служба, отдел расчетов.

Отдел расчетов и отдел маркетинга и эксплуатации ведут базы «Восток» (направления стран СНГ, РБ) и «Запад» (дальнее зарубежье, Европа), где находится вся необходимая информация: план маршрутов, сроки закупок, номера транспортных средств и др.

Достоинством такой организации транспортной деятельности является ориентация фирмы на нужды потребителей, составляющих конкретные сегменты рынка. Ее применение целесообразно, т. к. территориальный радиус действий предприятия очень велик, а также территориальные рынки различаются между собой, что обуславливает различия маркетинговой стратегии.

В качестве недостатков следует отметить дублирование работ и проблемы координации.

Таким образом все функции, необходимые для эффективного выполнения заказов, объединяются в мощный централизованно управляемый механизм, позволяющий решать задачи практически любой степени сложности ответственно, слаженно и профессионально.

УДК 338.1

ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА: ПОНЯТИЕ И СУЩНОСТЬ

О. В. СЕДЛУХО, Н. В. РУБАНОВА, И. Я. КУРСОВА

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

Одной из главных стратегических задач для стран с переходной экономикой является их ориентация на инновационный путь развития, т. е. формирование и развитие инновационной экономики.

Современная постиндустриальная экономика характеризуется исключительно быстрым развитием науки и ее превращением в непосредственную производительную силу общества. Наукоемкие отрасли и высокие технологии в настоящее время играют ведущую роль в развитии экономики. Эффективное внедрение достижений науки в реальный сектор предопределяет конкурентоспособность национальной экономики.

В связи с широким распространением самого понятия «инновационная экономика» перед учеными-экономистами встала важная задача его определения как экономической категории.

При введении понятия инновационной экономики необходимо его соотносить с другими, близкими, но не синонимичными понятиями, такими как «новая экономика» и «экономика, основанная на знаниях».

«Новая экономика» (или информационная экономика) представляет собой такой принцип хозяйствования, при котором экономический рост определяется развитием информационных и телекоммуникационных технологий.

На наш взгляд, инновационная экономика имеет более широкий смысл, чем новая экономика или же экономика знаний. Действительно, производство компьютерной техники, телекоммуникации, микроэлектроника выступают как приоритетные высокие технологии, но в одном ряду с ними стоят роботостроение, биотехнологии, тонкая химия, оптоволоконная техника, производство и переработка газа, космическая техника. И информация и знания действительно играют определяющую роль в повышении производительности труда, вложенного капитала, в росте конкурентоспособности как отдельных предприятий, так и национальных экономик в целом, однако основу благосостояния общества определяет производственная сфера.

Инновационная экономика может быть определена как способ хозяйствования, в основе которого лежит система экономических отношений, связанных с инновационной деятельностью, т. е. с разработкой новшеств и их материализацией и коммерциализацией.

УДК 621.9

РАЗРАБОТКА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ПРЕЦИЗИОННОГО ШЛИФОВАНИЯ ПУАНСОНОВ

А. В. ИВАНЧИК

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

В последнее время все больше и больше получает развитие производство штампов. Штампы – инструментальная оснастка, предназначенная для серийного изготовления деталей заданного качества без дальнейшей обработки, за исключением дополнительных операций: гальваническое покрытие, гибка и т.д. Самой главной частью в штампах являются формообразующие элементы (матрица, пуансон), которые и отвечают за точность и качество получаемых деталей. Далее речь пойдет о разработке специального приспособления для шлифования пуансонов.

В качестве исходных данных для проектирования приспособления был выдан диапазон размеров обрабатываемых пуансонов: максимальная длина – 70 мм; ширина от 3 до 50 мм; высота от 1 до 15 мм.

В связи с достаточно большим разбросом размеров обрабатываемых пуансонов, было спроектировано универсальное, быстро переналаживаемое, модульное приспособление, которое устанавливается на специальную оправку фирмы «Egowa». Данная оправка постоянно установлена на станке вместо магнитной плиты. Т. е. приспособление играет роль паллеты, которая устанавливается на данную оправку с помощью специального крепления, которое обеспечивает погрешность установки 2 мкм.

Такая система крепления дает возможность выставлять пуансоны в приспособлении вне станка, с помощью индикатора, на поверочной плите, а затем устанавливать приспособление на станок, причем нулем станка (привязка станка) будут являться базовые поверхности приспособления (привязка осуществляется к базовым поверхностям приспособления один раз), а габариты детали будут вводиться в корректор нуля станка, тем самым не требуется каждый раз привязываться к новым деталям.

В итоге использование данного приспособления увеличит точность обработки, а также производительность (по предварительным расчетам производительность при обработке в приспособлении увеличится в 6 раз). Опытный образец приспособления полностью изготовлен и проходит испытания.

УДК 621.9
ПРИМЕНЕНИЕ 3-D ПРОТОТИПИРОВАНИЯ В НАПРАВЛЕНИЯХ
ПРОГРАММЫ «ДОСТУПНАЯ СРЕДА»

Г. Н. КОРНАКОВА

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

В наше время множество детей страдает теми или иными хроническими заболеваниями. У некоторых малышей наблюдаются нарушения развития, у других детей диагностирована умственная отсталость или инвалидность. В таких ситуациях семья ребенка с ограниченными возможностями должна сделать все возможное, чтобы максимально помочь ему в реабилитации.

На современном рынке встречается много тренажеров для развития опорно-двигательного аппарата, но детям трудно объяснить полезность данного действия, чтобы они могли самостоятельно выполняли упражнения для реабилитации.

Игрушки для детей с проблемами опорно-двигательного аппарата должны быть сделаны таким образом, что бы они не только приносили чувство радости детям, но и повышали двигательную функцию ребенка. То есть, в первую очередь, нужна игрушка, стимулирующая его к движению и исследованию окружающего пространства.

Учитывая проведенный анализ, было принято решение о создании «Пирамидки» и «Подвижной платформы» с максимальной полезностью для детей. Этим требованиям соответствует «Пирамидка» с кольцами разных цветов, размерами и рифлениями, а так же с резьбой на стержне, которая помогает развивать кисть и «Подвижная платформа», управляющаяся от перчатки.

Была разработана конструкция «Пирамидка и «Корпус подвижной платформы» в системе КОМПАС 3D и их печать на 3-D принтере WAN-NAO Duplikator 4.

Во время игры с пирамидкой и подвижной платформой дети знакомятся с такими понятиями, как форма, цвет и размер предмета.

Также пирамидка и подвижная платформа помогает в развитии: мелкой моторики, координации, логики, внимания.

Благодаря пирамидке и подвижной платформе дети учатся собирать целый предмет из отдельных деталей, быстрее восстанавливают опорно-двигательный аппарат, развивают нервные окончания пальцев рук, что благоприятно действует на весь организм.

УДК 338
РОЛЬ ТРАНСНАЦИОНАЛЬНЫХ КОМПАНИЙ В ИННОВАЦИОННОЙ
ЭКОНОМИКЕ

О. В. СЕДЛУХО

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

Современная мировая экономика характеризуется такой глобальной тенденцией, как стремительная ее монополизация несколькими транснациональными корпорациями (ТНК) и банками. Согласно исследованиям ряда специалистов, научные исследования и разработки – это область, отличающаяся исключительно высокой монополизацией и концентрацией ресурсов в небольшом числе весьма крупных корпораций. Так, всего 1 % крупных фирм из общего числа компаний, ведущих научные исследования и разработки в США, контролируют 70 % всех расходов на эти цели средств (частных и федеральных).

Сосредоточение НИР и НИОКР в очень крупных компаниях – важнейшая тенденция развития инновационной сферы. Эта глобальная тенденция, выявленная в свое время еще Дж. Гэлбрейтом, является объективной, поскольку современные серьезные НИР и НИОКР являются весьма дорогостоящими, требуют колоссальных финансовых средств, и потому сегодня позволить себе такую роскошь могут только весьма крупные и финансово устойчивые компании.

Важной особенностью развития лидеров мировой экономики выступает тотальное укрупнение ведущих компаний и их превращение в мегакорпорации, которые сегодня распространяют свою монопольную власть не только на отрасль, в которой работают, но и на национальную, а порой и всю мировую экономику. Именно ТНК служат субъектами экономического развития лидирующих государств. Так, на долю держав «большой семерки» приходится 78 из 100 крупнейших нефинансовых ТНК мира и 68,3 % ВВП планеты.

Современные ТНК располагают огромным потенциалом. В настоящее время в мире действуют около 70 тыс. основных (материнских) ТНК и, по крайней мере, 690 тыс. их зарубежных филиалов и зависимых (дочерних) фирм. ТНК контролируют около 80 % финансовых потоков, более 50–60 % мирового рынка и внешней торговли.

ТНК являются важнейшими участниками процесса финансирования НИР и НИОКР. По некоторым оценкам на их долю приходится около половины общих расходов на НИР и НИОКР и более 2/3 коммерческих расходов на исследования и разработки.

К. С. САМАРЦЕВ

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

Опережающий характер непрерывного образования определяется современными познаниями и компетенциями, рассчитанными на решение принципиально новых задач. Не вызывает сомнения тот факт, что улучшение качества обучающих программ и повышение их конкурентоспособности достигается во многом посредством взаимодействия с ведущими вузами зарубежных стран. Продвижение экспорта образовательных услуг в глобальных сетях и целевых регионах зависит от реализации эффективных маркетинговых мероприятий по привлечению иностранных студентов, от создания механизмов приглашения высококвалифицированных специалистов/ученых в образовательные проекты, от развития академической и профессиональной мобильности. Важно совершенствовать систему повышения квалификации научно-педагогических работников путем организации стажировок за рубежом, совместных образовательных семинаров-программ, конференций, мастер-классов, тренингов на базе стратегических партнеров или в вузе с участием известных представителей сферы.

Осуществление и поддержка подобных международных проектов наталкиваются, с одной стороны, на сопротивление, обусловленное недостатком финансовых средств в условиях кризиса, скованностью сотрудников, не обладающих харизмой и способностью к изменениям, а с другой – на то, что зарубежные коллеги не всегда понимают постановку задач и условия, в которых проекты будут осуществляться, а главное, какую пользу они принесут их университету и им лично. Например, нам интересны тренинги в неакадемической манере, не принятая у нас игровая методика проведения занятий, возможность оценить подачу профессионального материала на английском языке и впоследствии задать возникший вопрос. Подобных практик нет, поэтому преподавателям любопытно примерить на себя не только способ подачи контекста, но и соотнести при этом уровень своих знаний, актуальность представляемой информации, а также использование её в реальных секторах экономики. Примечательно и то, как в подготовке специалистов учитываются возрастные особенности обучающихся, личная ориентированность (ответственность), актуализация образовательных потребностей, аддитивность (добавление компенсирующего или корректирующего содержания) и комплементарность (восполнение того, чего нет в образовании человека), непрерывность включенности в процесс обучения и т.п.

Таким образом, участие зарубежных коллег в образовательном проекте – это и есть поддержка, которая дает нам шанс на ускорение развития.

Л. Н. КУРЕТКОВА

Научный руководитель И. А. ГОНЧАРОВА, канд. техн. наук, доц.
Ф-л федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»
Смоленск, Россия

КОМПАС – система трехмерного проектирования, сочетающая простоту освоения, легкость работы с мощными и функциональными возможностями построения модели. Существует две версии КОМПАС: КОМПАС-График и КОМПАС-3D, которые предназначены непосредственно для плоского черчения и трёхмерного проектирования. КОМПАС-График полностью закрывает задачи 2D-проектирования и выпуска документации, поэтому может использоваться как модуль работы с эскизами и чертежами, либо как самостоятельный продукт.

Система направлена на поддержку стандартов ЕСКД. КОМПАС-График автоматически создает ассоциативные виды трёхмерных моделей. Изменения в модели приводят к изменению изображения на чертеже. Стандартные виды автоматически строятся в проекционной связи. Данные в основной надписи чертежа (обозначение, наименование, масса) синхронизируются с данными из трёхмерной модели. КОМПАС обогащен множеством дополнительных библиотек к системе, автоматизирующих различные специализированные задачи.

Программа КОМПАС – хорошее решение для автоматизации черчения, т. к. легка в освоении. Но вот если необходимо проектирование в 3D, а не плоское черчение, то лучше выбрать что-то другое.

Возможностей расчёта КОМПАС почти не предоставляет. Учитывая наличие библиотек стандартных элементов, может оказаться полезной система создания чертежей и спецификаций.

Программа КОМПАС значительно легче осваивается, чем другие подобные программы и отлично подходит для начинающих инженеров-конструкторов.

Сейчас существует ряд систем, предназначенных для построения чертежей. Каждый инженер-конструктор выбирает наиболее подходящую для себя программу в зависимости от типа чертежей.

УДК681.51

КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ НА ОСНОВЕ
ТЕХНОЛОГИИ SCADA

А. А. КОСАЧ, В. Н. НАУМОВ

Научный руководитель Е. Е. КОВШОВ, д-р техн. наук, проф.
АО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И КОНСТРУКТОРСКИЙ
ИНСТИТУТ МОНТАЖНОЙ ТЕХНОЛОГИИ-Атомстрой» ГК «РОСАТОМ»
Москва, Россия

Автоматизация дистанционного контроля герметичности – необходимое условие обеспечения безопасности персонала при работе с высокоактивными объектами контроля. Как правило, оборудование и системы контроля герметичности таких объектов являются уникальными, созданными специально для решения конкретных задач, и при автоматизации таких систем нет единого универсального подхода.

Целью исследования является формирование методики построения проблемно-ориентированных систем на основе технологии SCADA и разработка универсального подхода к автоматизации систем управления дистанционным контролем герметичности.

Программное обеспечение (ПО) SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) предназначено для управления производственными процессами, в том числе системами сбора, обработки, отображения и архивирования информации в реальном времени. Возможность автоматизации разработки прикладного ПО, наличие обратной связи в системе, оперативный контроль – эти преимущества использования технологии SCADA делают ее оптимальной для решения поставленной задачи.

Разработка технологии программирования системы контроля на основе данной концепции сделает ее применимой для уникальных систем и встраиваемой в АСУ ТП, существенно упростит и унифицирует программирование процесса контроля герметичности объектов атомной энергетики.

Решение в виде ПО реализуется на примере системы контроля герметичности пеналов, обеспечивающей автоматизированный дистанционный контроль герметичности в «горячей» камере масс-спектрометрическим методом замыкающего сварного шва пеналов после загрузки радиоактивных отходов.

Разработанная технология программирования системы контроля обеспечивает масштабируемость (одинаковое исполнение вне зависимости от размера объекта контроля) и возможность встраивания в автоматизированный производственный цикл с сохранением высокой чувствительности контроля и точным соответствием его алгоритму.

УДК 621.9

ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА

А. С. РЫНКЕВИЧ

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

В современных условиях развития образования целесообразно разрабатывать и внедрять такие педагогические технологии и формы обучения, реализация которых позволит повысить эффективность процесса обучения иностранному языку. Применение зарубежного позитивного опыта других стран является важным критерием при создании и активном внедрении отечественных образовательных технологий.

Помимо традиционных, классических форм обучения, важно обратить внимание на специфические инновационные подходы в этой сфере. В Великобритании, культивирующей английский язык, с успехом и широко применяются образовательные технологии, приведенные ниже.

1. Технология игрового и группового обучения. Игровая форма обучения используется для решения комплексных задач усвоения нового материала, развития творческих и креативных способностей, формирования общеучебных умений. Игра позволяет учащимся понять и изучить учебный материал с различных позиций. В результате группового или коллективного взаимообучения совершенствуются навыки логического мышления и понимания. В процессе взаимного общения идет мобилизация и актуализация предшествующего опыта и знаний, повышается ответственность не только за свои успехи, но и за результаты коллективного труда.

2. Применение расширенных возможностей мультимедийных технологий в процессе обучения (Skype конференции, дистанционное обучение и др.). Использование видео- и звукового сопровождения, высококачественной графики и анимации позволяет учащимся легко воспринимать материал благодаря своей способности одновременного воздействия на различные каналы восприятия информации.

3. Приглашение для участия в занятиях выдающихся и успешных людей. Это всегда мотивирует и побуждает учащихся к активным действиям, поскольку именно упорство в достижении цели является той важнейшей чертой характера, которая учит целеустремленности.

Преимущество внедрения подобных образовательных технологий – это не только совершенствование педагогической практики, но и стимулирование у обучающихся интереса к изучаемой дисциплине, развитие творческого и креативного мышления.

УДК 621.9
ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА
ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

И. А. ПЛЮСНИНА, А. А. ТЕРЕХОВА, Д. В. МЕХВЕДЬ
Научный руководитель Т. Г. НЕЧАЕВА, канд. экон. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В рамках интеграции в международное экономическое пространство происходит усиление конкурентной борьбы, потому предприятиям следует развиваться посредством активизации инновационной деятельности. Инновации становятся основой конкурентоспособности предприятий, улучшению качества продукции и услуг, приводят к повышению эффективности. В условиях совершенствования управления инновационным развитием предприятий резко усиливается роль организационно-управленческих аспектов и динамика инновационного развития предприятий находится в прямой зависимости от эффективности взаимодействия государства, бизнеса и науки.

Модель управления инновационной системой предприятия должна быть разработана на основе законов и принципов процесса воспроизводства инноваций (инновационная идея, ее генерирование и разработка, получение экспериментального образца, доведение его до серийного массового производства, превращения в новые продукты).

Инновационное развитие промышленного сектора экономики невозможно без формирования национальной инновационной системы. Для активизации инновационных процессов необходимо создание благоприятной инновационной инфраструктуры, инновационного климата, формирование инновационной политики, определение инновационной стратегии и т. д. Инновационное развитие обеспечивает повышение ценности предприятия, обеспечиваемое ростом доходов, снижением производственного, коммерческого и финансового рисков, принятием верных управленческих решений по вопросам инновационного развития.

Целями инновационного развития промышленного предприятия могут быть: научно-техническое и организационное развитие производства; повышение качества и обеспечение конкурентоспособности продукции; повышение эффективности использования всех видов ресурсов; совершенствование внутрифирменных экономических отношений.

Таким образом, инновационное развитие – системный процесс общественного и экономического развития, основанный на знаниях и инновациях, реализующий конкурентные преимущества экономики страны и обеспечивающий устойчивый экономический рост.

УДК 631.363
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБМОЛАЧИВАЮЩЕГО
УСТРОЙСТВА В ЛИНИИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНА

В. А. ЛЕВЧУК, М. В. ЦАЙЦ
Научный руководитель А. С. АЛЕКСЕЕНКО, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ»
Горки, Беларусь

Разработано устройство для отделения семенных коробочек от стеблей льна в технологической линии, которое оснащено сепарирующей решеткой и полиуретановым эластичным рабочим органом с зубчатой рабочей поверхностью. За счет эластичности рабочего органа исключается возможность обрыва и выдергивания перепутанных стеблей льна, что позволит увеличить выход и номерность получаемого волокна. Такая конструкция позволяет увеличить зону обмолота, уменьшить толщину обмолачиваемого слоя в зоне обмолота, а за счет зубчатой поверхности рабочего органа частично выравнивать верхушечную часть стеблей и снизить потери семян сходом с лентой льна.

На ОАО «Дубровенский льнозавод» в технологической линии первичной переработки льна фирмы «Van Dommele Engineering» были проведены испытания экспериментальной установки, определена функция отклика, степень отделения коробочек, факторы и их границы, влияющие на степень обмолота, с учетом работоспособности конструкции и возможности конструктивного исполнения рабочего органа.

После проведения полнофакторного эксперимента получена математическая модель процесса обмолота ленты льна. Результаты приведенных исследований показывают, что степень обмолота $E = 98,81\%$ может быть достигнута при скорости подачи ленты льна $v = 1,41$ м/с, зазоре между рабочим органом и декой $\Delta = 0,01$ м, частоте вращения рабочего органа $n_6 = 2,92$ с⁻¹.

В результате испытаний установлено, что в сравнении с гребневым типом рабочего аппарата при очесе ленты льна обеспечивается уменьшение повреждения стеблей, влияющих на выход длинного волокна – с 5,0 до 1,9%; снижение степени травмирования семян с 1,5 до 1,0%, при этом потери семян снизились с 3,0 до 0,9%; отход стеблей в путанину снизился в 4 раза и составил 2,0%. Расчетный годовой экономический эффект от внедрения разработанного устройства, по сравнению с гребневым типом аппарата, составил 54984,35 у. е. на одну линию, что составляет 10,78 у. е. на тонну переработанной льнотресты.

УДК 621.833.16
ОПТИМИЗАЦИЯ МАССОГАБАРИТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАШИН И
МЕХАНИЗМОВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

М. Н. МИРОНОВА

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

В настоящее время одной из актуальных задач является проектирование машин и механизмов с наименьшими массогабаритными показателями. Решение данной задачи связано с необходимостью учета большого количества взаимосвязей между параметрами проектируемой системы. Выявление таких взаимосвязей возможно на основе подхода, базирующегося на технологиях функциональных семантических сетей, представляющих собой совокупность отношений, указывающих на существование определенных зависимостей между значениями параметров проектируемой системы.

При решении задач на функциональной семантической сети определяются подсистемы отношений, у которых выявляются входные и выходные параметры, что приводит к преобразованию их в соответствующие функции, образующие цепочки функций.

Возможность преобразования функциональных семантических сетей в последовательность вычисляемых функций позволяет автоматизировать процедуру поиска оптимальных значений параметров проектируемой системы на основе решения задачи многофакторной оптимизации:

$$M_s / M_2 \rightarrow \min ,$$

где M_s – масса проектируемого механизма, кг; M_2 – вращающий момент на ведомом валу редуктора, Н/м.

Оптимизация размеров машин и механизмов сводится к тому, чтобы, используя функциональные зависимости, определить значения параметров, при которых обеспечивались бы минимальные массогабаритные показатели проектируемой системы.

Таким образом, средством проектирования машин и механизмов могут стать компьютерные программы, использующие технологии функциональных семантических сетей, обеспечивающих построение эффективных алгоритмов поиска оптимальных значений их параметров на основе учета функциональных взаимосвязей конструктивных параметров с удельной массой.

УДК 331.217
МОТИВИРОВАНИЕ ТРУДА МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ
В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ

Е. С. НЕЧАЕВА, Т. А. БОРОДИЧ

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

Трудовые ресурсы играют важную роль в успешности функционирования организации, в эффективности использования имеющихся у субъекта хозяйствования средств.

Существенная проблема в области управления организации – значительное опережение темпов роста заработной платы над темпами роста эффективности труда или их несоразмерный рост, что приводит к снижению стимулирующей силы заработной платы.

Система оплаты должна создавать у людей чувство уверенности и защищенности, включать действенные средства стимулирования и мотивации, обеспечивать процесс воспроизводства затраченной энергии (восстановления работников).

По результатам проведенного исследования системы управления трудовыми ресурсами учреждения образования была разработана система мотивирования персонала, основанная на расчете комплексного показателя эффективности труда, учитывающего выполнение планового объема работы, качество оказываемых медицинских услуг и стратегические цели организации.

Расчет проведен на примере клинико-диагностической лаборатории. Материальное поощрение распределяется пропорционально комплексному показателю эффективности труда сотрудника, исходя из фонда экономии за месяц. Также предполагается участие сотрудников в прибыли организации. Прибыль распределяется по системе Скэнлона, которая основана на распределении между работниками и организацией экономии издержек на заработную плату, полученной в результате повышения производительности труда, конкретно – выработки в расчете на одного работника.

В результате передоложенной методики УЗ «Климовичская ЦРБ» сэкономит 7 504 тыс. р. в год, резерв роста часовой производительности труда (по оценкам экспертов) составит 0,824 тыс. р.

Предлагаемая система мотивирования персонала организации позволит повысить эффективность управления трудовыми ресурсами, сориентировать их на повышение производительности и качества труда.

В. Ю. НЕСТЕРОВА

Научный руководитель И. А. ЖУЖГИНА, канд. экон. наук, доц.
Ф-л федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»
Смоленск, Россия

В условиях недостатка частных и государственных инвестиций в отрасли топливно-энергетического комплекса, которые усугубляются экономическими и политическими факторами, повышение эффективности работы организаций ТЭК возможно с использованием внутренних резервов, т. к. применение инструментов контроллинга.

Финансовые показатели эффективности зависят от производственных показателей, т. к. выработка тепловой энергии, полезный отпуск тепловой энергии, удельный расход условного топлива, коэффициент использования установленной мощности и др. Кроме того, на эффективность деятельности организаций ТЭК влияют состояние производственных фондов, цены на топливные ресурсы, уровень тарифов для конечного потребителя, волатильность национальной валюты, степень государственной поддержки и другие факторы. Целесообразность применения инструментов контроллинга обусловлена отраслевыми особенностями, которым характерно наличие большого числа внешних факторов, в т. ч. значительной степенью вмешательства государства.

Учитывая специфику организаций ТЭК целесообразно применение следующих инструментов контроллинга.

1. Бенчмаркинг: оценка и сопоставление финансовой, маркетинговой и производственной политики с целью повышения качества продукции.

2. Контроль соответствия фактических показателей плановым: мониторинг динамики отклонений фактических показателей от плановых с целью превентивной корректировки и анализа отклонений.

3. Функционально-стоимостный анализ: системное исследование функций для снижения себестоимости энергии, повышения инвестиционной привлекательности организации.

4. Методы анализа инвестиционных проектов: выбор наиболее привлекательных инвестиционных проектов, способных снизить в перспективе потери, а также направленных на энергосбережение и повышение энергоэффективности.

В свою очередь, совокупность вышеперечисленных инструментов способствует повышению эффективности деятельности, сопряженную с повышением устойчивости и независимости организации.

С. Г. МОНИЧ

Научный руководитель М. Г. КИСЕЛЕВ, д-р техн. наук, проф.
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Минск, Беларусь

Целью исследований является разработка технологии электроэрозионного модифицирования поверхности титановых стоматологических имплантатов, обеспечивающей повышение характеристик ее состояния, положительно влияющих на протекание процесса интеграции имплантата в организме человека.

Объектом исследования являлись образцы двух видов, примененные в исследованиях, (в виде шайбы и цилиндра), изготовленные из титанового сплава ВТ1-0. Приведено обоснование применения в качестве электрода-инструмента тонкой проволоки, диаметром 0,2–0,3 мм из титанового сплава ВТ1-0, которая при достаточной жесткости позволяет локализовать зону прохождения разряда между электродами в процессе ЭЭО и, тем самым, обеспечить последовательное и управляемое расположение лунок на модифицируемой поверхности образца. С использованием такого электрода-инструмента, совершающего с целью прерывания электрической цепи в одном случае вращательное (рис. 1, а), а в другом – колебательное движение (рис. 1, б), разработаны технологические схемы ЭЭО металлических поверхностей. На их основе с использованием настольного токарного станка Т-28 создана экспериментальная установка, позволяющая осуществлять электроэрозионное модифицирование исходной поверхности образцов путем управляемого расположения на ней лунок (рис. 1, в).

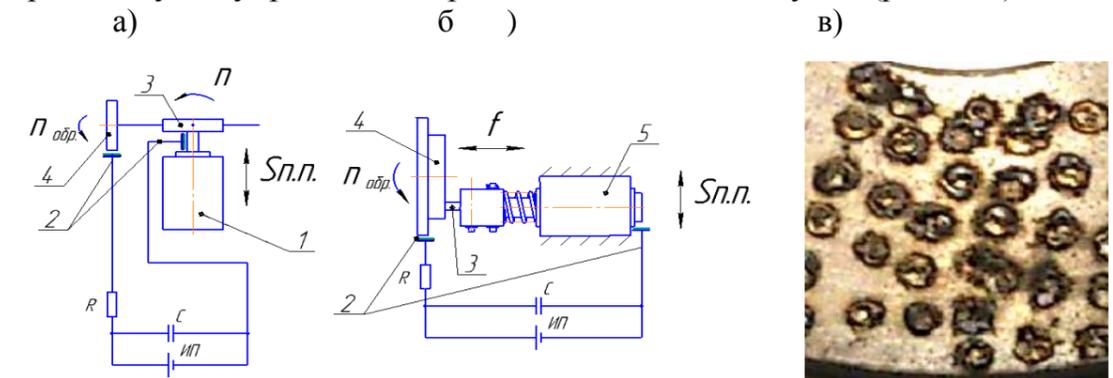


Рис. 1. Технологические схемы ЭЭО поверхности образцов проволочным электродом-инструментом, совершающим вращательное (а) и колебательное (б) движение, и фотография модифицированной поверхности образца с полученными на ней лунками (в), увеличенное $20\times$; 1 – электродвигатель; 2 – токоподводящие контакты; 3 – электрод-инструмент; 4 – обрабатываемый образец; 5 – электромагнит

И. С. МОСКВИЧЕВА

Научный руководитель Е. Е. КОВШОВ, д-р техн. наук, проф.
АО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И КОНСТРУКТОРСКИЙ
ИНСТИТУТ МОНТАЖНОЙ ТЕХНОЛОГИИ-Атомстрой» ГК «РОСАТОМ»
Москва, Россия

Технологическая карта неразрушающего контроля (НК) является неотъемлемым компонентом конструкторско-технологической документации, выступает базовым звеном документооборота предприятия при изготовлении продукции высокого качества. Для формализации модели документооборота, состоящего из технологических карт НК, комплектов конструкторской и нормативной документации, состояний этих документов и участников возможно использование аппарата теории графов. Графы являются одной из знаковых систем дискретной математики, которые уже давно используются для реализации представления прикладных задач.

Применение графов позволяет использовать апробированный аппарат, разрабатываемый и описываемый со времен Эйлера по настоящее время, для представления потоков данных и изменений состояний документооборота. Формально процесс документооборота при НК может быть представлен в виде трех конечных множеств и связей элементов этих множеств между собой. Математическая нотация этого процесса может быть представлена в виде тройки:

$$D_T = \{U, D, \Phi\},$$

где D_T – формальная модель документооборота; U – множество участников (инженер-технолог, дефектоскопист, начальник лаборатории НК и т. д.); D – множество действий (заполнение, преобразование, внесение в базу данных, использование и т. п.); Φ – множество состояний (все возможные состояния одного документа).

Формализованное на этапе анализа и детерминированное на этапе синтеза, это множество состояний представляет собой полное определение всех возможных состояний, допустимых и необходимых в документообороте. При построении графовой модели документооборота предлагается использовать следующий способ отображения документооборота: множество возможных состояний используется для обозначения вершин графа, а множество действий – для обозначения ребер графа.

Построение графовой модели применительно к прикладной задаче по генерации, использованию и архивированию технологических карт НК демонстрирует наиболее эффективные по трудовым и временным показателям решения.

О. Д. МАКАРЕВИЧ

Научный руководитель Р. Б. ИВУТЬ, д-р экон. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Создавая и описывая бизнес-процесс, можно сделать работу отдела и предприятия в целом более стандартизированной, что, безусловно, позитивно скажется на его продуктивности в дальнейшем. В случае отсутствия четкого плана для каждого работника поставленные задачи выполняются в меру желания или возможностей, и, чаще всего, рабочий процесс оказывается малоэффективным. Понимание сотрудниками компании того, каким образом ведет свою деятельность предприятие и какие конкретные задачи они должны выполнять, напрямую влияет на продуктивность труда – она существенно возрастает. Также, в случае необходимости, есть возможность в любой момент заменить работника, не опасаясь потери выполняемых прежним сотрудником функций и невозможности перераспределения. Опытные бизнесмены уверены, что качественное описание работы предприятия повышает уровень прибыли.

Автором была изучена работа торговой компании, реализующей продукцию белорусских производителей на российском рынке, которая показала, что основная управленческая проблема состоит в отсутствии регламентации процесса поиска новых клиентов с целью роста объемов продаж в сторону реализации продукции конечным потребителям. На основе классификации бизнес-процессов по назначению была построена четырехуровневая процессная модель организации деятельности организации, в рамках которой выделены следующие уровни: бизнес-процессы развития, управления, основные (функциональные) бизнес-процессы и вспомогательные (обеспечивающие) бизнес-процессы.

Для торговой компании актуальным является более четкая проработка основного бизнес-процесса «Реализация товаров», одним из подпроцессов которого является процесс поиска новых клиентов. Процедура бизнес-процесса «Поиск новых клиентов» описана в следующей последовательности процессов: поиск клиентов; отправка коммерческих предложений; обработка заказов; выставление счета-фактуры клиенту; выполнение обязательств по договору. Рассмотренная регламентация бизнес-процесса по реализации товаров для организации может способствовать повышению эффективности процесса реализации и деятельности всего предприятия в целом.

УДК 658
ПРОБЛЕМЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

Е. С. ЛЫНДОВА, Е. А. СИМАЕВ, К. А. АРБУЗОВ

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

Для обеспечения стабильного роста экономики Республики Беларусь необходимо внедрять новые технологии в производство, что повысит конкурентоспособность продукции. Данная перспектива является приоритетной для государства, т. к. страна обладает значительным научным потенциалом.

Основным проблемным вопросом при осуществлении инновационной деятельности в республике остается низкий уровень инвестирования в инновационные проекты, а целевое бюджетное финансирование инновационных проектов Государственных программ остается достаточно низким и характеризуется отсутствием единого механизма координации и контроля за данным процессом.

Одним из возможных вариантов решения проблемы финансирования инновационных проектов является венчурный капитал. Чтобы он функционировал необходимо: поддержка государством самых рискованных проектов, эффективная защита прав на интеллектуальную собственность, корректировка законодательства для создания благоприятных условий развития венчурной индустрии, грамотные менеджеры, умеющие брать на себя высокие риски и управлять ими.

Кроме того, для этих целей может послужить и денежная поддержка стартапам со стороны частных лиц. Однако, чтобы предложить инвестору идеи грамотного инвестиционного проекта, необходимо решить целый комплекс маркетинговых, финансовых, юридических и организационных задач. Их решение требует существенных временных и финансовых затрат, которые разработчик не всегда может себе позволить. В силу этого государственная политика должна быть направлена на то, чтобы в стране генерировалось как можно больше инновационных бизнес-проектов. Чтобы этого достичь необходимо снизить величину налогов и добиться некоторых изменений в законодательстве. Для этого со стороны государства должна оказываться поддержка, а также должен быть представлен ряд гарантий.

Еще одним интересным инструментом, не получившим в Беларуси должного развития, является краудфандинг, т. е. добровольный сбор материальных средств самими потребителями для реализации проектов, которые им интересны.

УДК 62-50:004.057.8
ПРОГРАММНО-РЕАЛИЗОВАННЫЙ КОНТРОЛЛЕР
АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ УМНЫХ
ПРОИЗВОДСТВ В СФЕРЕ МАШИНОСТРОЕНИЯ

П. А. НИКИШЕЧКИН, И. А. КОВАЛЕВ, А. С. ГРИГОРЬЕВ
Научный руководитель Г. М. МАРТИНОВ, д-р техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ «СТАНКИН»
Москва, Россия

Одним из наиболее известных направлений технологического развития в различных сферах и отраслях на сегодняшний день является применение интеллектуальных электронных систем – так называемых «умных» сред (smart environments). В сфере промышленности построение умных сред получило свое отражение в концепции "Промышленность 4.0", представляющей собой концепцию будущего развития промышленного производства и обозначающую структуры с высоким уровнем сетевой организации, в работу которых вовлечено множество людей, информационных систем, автоматики и машин.

В работе предлагается разработка контроллера, построенного на базе компьютера, представляющего собой многофункциональное и кроссплатформенное решение, позволяющее решать широкий спектр задач промышленной автоматизации, управлением электроавтоматикой, а также управления простым движением. Основная реализация контроллера лежит на прикладном уровне и представляет собой программно-вычислительный модуль, который может быть реализован как в виде независимого решения, так и быть встроенным в систему управления, например, в систему ЧПУ, в зависимости от сложности решаемых задач.

При автономном исполнении контроллера реализуется возможность управления простыми станками, имеющими 2-3 координаты, управление конвейерными, упаковочными линиями, осуществлять контроль и автоматическое управление ресурсами. В частности, подобное решение может хорошо применяться при модернизации станков с ручным управлением для повышения уровня их автоматизации, или автоматизации отдельных участков производства. При интегрированном в систему ЧПУ решении имеется возможность управления электроавтоматикой сложных станков и обрабатывающих центров.

Кроссплатформенность и поддержка различных промышленных протоколов связи делает контроллер универсальным и легко встраиваемым. Построение на базе компьютера позволяет интегрировать контроллер в интегрированную технологическую среду и использовать его в умных производствах.

УДК 681.513.67

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ
ЗАГРУЗКОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

П. С. ОРЛОВ

Научный руководитель Е. Е. КОВШОВ, д-р техн. наук, проф.
АО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И КОНСТРУКТОРСКИЙ
ИНСТИТУТ МОНТАЖНОЙ ТЕХНОЛОГИИ-Атомстрой» ГК «РОСАТОМ»
Москва, Россия

В настоящее время становится очевидной сложная инженерно-техническая задача вывода из эксплуатации опасных производственных объектов, к которым, в том числе, относятся и атомные электростанции. Для утилизации подобных объектов возводятся комплексы с большим набором различного технологического оборудования: от токарных и фрезерных станков до установок электрохимической дезактивации. В существующих автоматизированных системах управления (АСУ) такими комплексами ведётся контроль за рабочим или аварийным состоянием оборудования. При этом основной целью работы является разработка системы, позволяющей объединить воедино всю поступающую информацию о количестве и качестве отходов, загруженности и работоспособности технологического оборудования, количестве отходов, подлежащих захоронению или напротив дальнейшей переработке и т. д.

В качестве аналогов можно использовать комплексы по переработке бытового мусора с его автоматической сортировкой и переработкой, позволяющие повторно использовать часть переработанного и кондиционированного сырья.

Поскольку утилизация опасных производственных объектов ещё не приобрела массовый характер, необходимо как можно раньше начать автоматизацию всех процессов данного производства для исключения человеческого фактора в будущем.

В качестве инструмента решения данной научно-практической задачи предполагается использовать метод динамического математического программирования, который позволяет объединить большое число задач, связанных с распределением каких-либо, как правило, ограниченных ресурсов, включая технологическое оборудование. При этом динамическое программирование позволяет решить вопросы нахождения оптимального плана, т. е. варианта распределения ресурсов, которые гарантировали бы наибольший экономический эффект.

Планируется, что после ввода в эксплуатацию АСУ будет обеспечено увеличение загрузки технологического оборудования, сокращение времени утилизации объекта, что в итоге обеспечит эффективность в целом всего комплекса переработки промышленных отходов.

УДК 658

ИНВЕСТИРОВАНИЕ КАК ЗАЛОГ УСПЕШНОЙ
ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Н. Ю. ЛЕБЕДЕВА, Е. П. ЛАЗАРЕВА, Т. Ю. ГУЗАРЕВИЧ

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

В современных условиях важным элементом эффективного функционирования экономики является внедрение инноваций в различные сферы жизни общества. Однако по сравнению с прошлым 2015 г. Беларусь потеряла сразу 26 позиций в рейтинге «Глобальный инновационный индекс – 2016» и стала 79-й из 128 стран.

Данная ситуация является следствием того, что Беларусь не удержала позиции по таким группам показателей как результаты в области знаний и технологий, результаты творческой деятельности, а также уровень развития рынка. Кроме того, сократились поступления инвестиции, что является проблемой для Республики Беларусь, поскольку существенным условием обеспечения и стабильного экономического роста является тот факт, что инновации требуют непрерывного вложения средств.

Как показывает практика, рост инновационного потенциала страны обеспечивает расширенное воспроизводство, базой для которого являются инвестиции.

Для увеличения роста вложений в инновации нужно постоянно:

- 1) изучать источники финансирования инновационной деятельности, в т. ч. источники привлечения иностранных инвестиций;
- 2) анализировать факторы, которые оказывают влияние на становление инноваций и обеспечивают повышение уровня экономической стабильности и экономического роста;
- 3) определять способы и методы повышения результатов в области знаний и технологий, творческой деятельности, уровня развития рынка;
- 4) осваивать опыт иностранных государств в области инновационного развития экономики.

Для обеспечения высокого уровня благосостояния общества, его устойчивости и стабильности необходимо концентрировать внимание на непрерывном внедрении инноваций, а также перенимать опыт ведущих мировых лидеров в данной сфере, таких как Швейцария, Швеция, Великобритания, США, Финляндия и Сингапур.

УДК 658.5.011
ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ НЕПРЕРЫВНОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

И. Ю. КУРБИЕВА

Научный руководитель Н. П. ДРАГУН, канд. экон. наук, доц.
Учреждение образования
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. П. О. Сухого»
Гомель, Беларусь

В современных условиях глобальной конкуренции предприятиям нужны не отдельные разовые изменения, а комплексный системный подход к решению проблем, возникающих на производстве. В этой связи актуальным является внедрение на промышленных предприятиях *системы непрерывного совершенствования*, которая призвана обеспечить полную вовлеченность всего персонала в системную работу по повышению операционной эффективности каждого участка, бригады, будь то основной, вспомогательный или управленческий персонал.

Основное внимание системы непрерывного совершенствования должно быть сосредоточено на следующих задачах: во-первых, внедрение гибких подходов к организации труда и производства, включающих ротацию, интегрированные задания, обучение на рабочем месте, системы оплаты труда, основанные на участии работников в прибылях или в распределении доходов; во-вторых, создание эффективной системы выстраивания бизнес-процессов путем повышения конкурентоспособности продукции и услуг не за счет дешевой рабочей силы и сырья (что характерно для отечественных предприятий), а путем использования более совершенных навыков самоорганизации, точного планирования и контроля процессов и результатов; в-третьих, автоматизация принятия решений, оптимизация системы отчетности предприятия; в-четвертых, внедрение эффективных способов реструктуризации бизнеса, результатом которых является оптимизация численности персонала (уменьшение количества уровней в организационной иерархии, упразднение неэффективных подразделений).

Очевидно, что без соответствующего уровня мотивации персонал не будет заинтересован в повышении эффективности своей работы. В этой связи целесообразным является создание системы премирования с привязкой к конкретным ключевым показателям эффективности КРІ.

Таким образом, приоритетом в работе по непрерывному совершенствованию является эффективное использование имеющихся возможностей. Этот процесс при прочих равных условиях позволит достичь существенного роста производительности труда и увеличить общую эффективность производства.

УДК 681.513.673
КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫМ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМ
КОМПЛЕКСОМ

Д. М. ПЕНИН

Научный руководитель Е. Е. КОВШОВ, д-р техн. наук, проф.
АО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И КОНСТРУКТОРСКИЙ
ИНСТИТУТ МОНТАЖНОЙ ТЕХНОЛОГИИ-Атомстрой» ГК «РОСАТОМ»
Москва, Россия

В настоящее время в эксплуатацию на АЭС внедряются бассейны выдержки (БВ), предназначенные для выгрузки отработанного топлива из атомных реакторов нового типа. Введение в действие новых видов технологических площадок, подобных БВ, неминуемо приводит к разработке и поставке новых устройств для сервисного обслуживания и проведения ремонтно-диагностических работ. Но насколько бы такие устройства не являлись высокотехнологичными и роботизированными, насколько бы не был широк спектр выполняемых ими задач, без наличия современной системы управления (СУ) эффективная работа таких комплексов достигнута не будет.

В связи с этим, актуальной является задача создания интеллектуальной СУ специализированным робототехническим комплексом. В функции комплекса входит поиск, обнаружение, подготовка к ремонту и последующий ремонт места возникновения нецелостности облицовки БВ, возникающей в результате механического повреждения или коррозии. СУ является детерминированной, поскольку исходные данные выполнения работ продиктованы внешними факторами. Основными преимуществами СУ являются: увеличение точности за счет изучения и последующего прогнозирования погрешности позиционирования рабочих элементов механизма поиска дефектов; уменьшение влияния человеческого фактора; минимизация потерь времени протекания процессов; автоматическое создание базы данных с маршрутизацией и визуализацией проведенных ремонтно-технических операций. Кроме того, немаловажной функцией СУ является сокращение времени нахождения человека-оператора в непосредственной близости с БВ, в который выгружается высокоактивное топливо, являющееся источником ионизирующего излучения, возможно нахождение оператора вне реакторного зала.

По предварительным расчётам и оценкам внедрение СУ позволит эффективно управлять технологическим процессом в ходе проведения работ с робототехническим комплексом. Конечный программно-аппаратный продукт позволит сократить трудозатраты, повысить качество выполняемых работ и конкурентоспособность оборудования.

УДК 621.0
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ ТИПА «ВТУЛКА»

А. В. РЫБАКОВА
Научный руководитель В. С. МУРАШКО
Учреждение образования
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им П. О. Сухого»
Гомель, Беларусь

В настоящее время основное направление в развитии автоматизированного проектирования изделий машиностроения связано с широким использованием параметрического проектирования. Сущность параметрического проектирования состоит в создании математической модели класса конструктивно однородных изделий, а затем в генерации изображений этих изделий по набору задаваемых размерных параметров. Оно позволяет существенно снизить трудоемкость разработки изделий как при их создании, так и при оформлении соответствующей конструкторской документации.

Целью работы является разработка методики автоматизации проектирования общих технологических процессов на базе параметрической модели детали типа «Втулка».

В качестве программного инструмента для реализации методики автоматизированного проектирования общих технологических процессов на базе параметрической модели были выбраны следующие программные продукты: ТехноКАД и ТехноПро.

Общая методика создания общих технологических процессов состоит из следующих этапов.

1. Создать параметрический чертеж детали «Втулка» с помощью lisp-программы «vtulki».
2. Сохранить параметрический чертеж на диске.
3. Создать связь параметрического чертежа AutoCad и ТехноПро с помощью программы ТехноКАД 5.
4. Разработать общий технологический процесс на каждый тип втулки (четыре технологических процесса).

Итак, для решения проблем повышения качества, сокращения сроков освоения и создания новой продукции предлагается использовать комплексные системы автоматизированного проектирования и производства, так как при их внедрении кардинально меняется характер производственной деятельности, производство становится гибким, способным к оперативному реагированию на запросы потребителя, значительно упрощается модернизация производства и быстрое обновление продукции.

УДК 621.9
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ

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

Сельское хозяйство является одной из важнейших отраслей народного хозяйства. На этапе становления инновационной экономики подъем аграрного сектора невозможен без перехода на инновационный путь развития. Основным направлением при этом является усиление государственного регулирования, которое направлено на сохранение и развитие научно-аграрного потенциала, стимулирование инновационной деятельности в сельском хозяйстве.

К основным направлениям повышения эффективности сельскохозяйственного производства относятся:

- рост урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животных за счет использования перспективных сортов растений и пород скота и птицы с высоким генетическим потенциалом;
- использование интенсивных, ресурсосберегающих технологий;
- повышение уровня механизации и автоматизации производства;
- улучшение качества продукции и соответствие ее международным стандартам;
- повышение квалификации кадров, и стимулирование работников к внедрению инноваций;
- развитие маркетинговой деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей и, в результате, оптимизация каналов реализации продукции.

В соответствии с Государственной программой инновационного развития (ГПИР) Республики Беларусь на 2016–2020 гг. развитие сельского хозяйства будет обеспечиваться за счет освоения новых инновационных технологий, технологической модернизации и автоматизации сельскохозяйственного производства, совершенствования системы контроля безопасности сельскохозяйственной продукции.

В сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь в настоящее время реализуются отдельные инновационные проекты, но в целом в отрасли распространение инноваций находится на довольно низком уровне, что и призвана исправить ГПИР Республики Беларусь на 2016–2020 гг.

УДК 657.524

ОСОБЕННОСТИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЦЕССА
ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

И. В. КРИВЕНКОВА, О. А. МАСЛЯКОВА

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

Инновационный процесс в лесопромышленном комплексе представляет собой последовательность действий, в ходе которых инновация вызревает от идеи до конкретного продукта, технологии или услуги и распространяется в хозяйственной практике.

Наиболее простую модель инновационного процесса в лесопромышленном комплексе можно представить в виде следующей цепочки элементов: достижения фундаментальных исследований в лесопромышленном комплексе – прикладные исследования в лесопромышленном комплексе – технологические и опытно-конструкторские разработки – экспериментальное производство – серийное производство – внесение корректировок, «подгонка» под конкретное производство – реализация (освоение) товарной продукции.

Структура лесопромышленного комплекса, как и любой экономической системы в целом, характеризуется определенными пропорциями между ее элементами, неоднородностью, полиструктурностью. Существующее множество различных сочетаний отдельных элементов и взаимосвязей между элементами формируют ряд особенностей, которые оказывают влияние на вектор его инновационного развития.

Одной из основных отличительных особенностей лесопромышленного комплекса является самовозобновляемая, но несамосохраняемая сырьевая база (леса), что в свою очередь обуславливает необходимость защиты, охраны и воспроизводства лесных ресурсов. Из чего следует, что для повышения качества лесов необходимо внедрять новшества прежде всего в развитие лесосырьевого сектора.

Следует отметить, что результат внедрения новшеств и вложения инвестиций в лесохозяйственную составляющую имеет долгосрочный срок инновационной отдачи, которая проявляется не столько в повышении качества сырья, сколько в конечном продукте переработки древесины.

Таким образом, внедрение инноваций в лесопромышленном комплексе должно происходить на всех этапах технологической цепочки производства инновационной лесопродукции, обеспечивая формирование инновационного процесса по всем направлениям.

УДК 621.83.053

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ
ПЛАНЕТАРНЫХ РАДИАЛЬНО-ПЛУНЖЕРНЫХ ПЕРЕДАЧ

К. В. САСКОВЕЦ, О. В. ЯЩЕНКО, С. Г. ЧЕРНЯКОВ

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

Для повышения кинематической точности планетарных радиально-плунжерных передач в системах компьютерного проектирования NX и SolidWorks были разработаны модели редукторов и их деталей с оптимизированными геометрическими параметрами беговых дорожек и деталей зацепления. В CAD модуле программ получены модели сборки редукторов с разными передаточными отношениями. Для обеспечения высокой точности сборки были установлены допустимые отклонения размеров на контактирующих поверхностях механизмов. Моделирование многоступенчатых редукторов выполнялось с использованием разработанного модульного принципа автоматизированного проектирования. В конструкции редуктора были выделены основные типовые узлы (модули), сочетания которых, позволяют осуществлять узловую сборку редукторов с различным числом ступеней. Для оценки кинематики и динамики исследуемых передач разработаны модели, позволяющие определить угловую скорость, угловое ускорение, силы и моменты в передачах в условиях близких к эксплуатационным.

Для повышения точности изготовления деталей зацепления планетарных радиально-плунжерных передач необходимо установить показатели точности и допуски на размеры ответственных поверхностей, выполнить расчеты точности обработки для технологических операций, разработать технические требования к чертежам деталей и типовые технологические процессы их обработки.

Для оценки кинематической точности необходимо определить погрешности передачи, которые вызывают неравномерность вращения и проявляются многократно за полный оборот выходного вала. Комплексным показателем кинематической точности планетарных радиально-плунжерных передач является кинематическая погрешность передачи. По аналогии с зубчатыми колесами предложены следующие дифференцированные показатели точности, характеризующие радиальные и тангенциальные погрешности звеньев исследуемых редукторов: накопленная погрешность шага деталей с многопериодными дорожками, смещение средней окружности многопериодной дорожки относительно геометрической оси детали, погрешность профиля многопериодной дорожки.

УДК 621.9.012.3

ПРОБЛЕМЫ ОБРАБОТКИ КОНЦЕВЫМИ ФРЕЗАМИ НА
СТАНКАХ С ЧПУ

Е. В. СЕМЯКИНА

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

В процессе фрезерования концевыми фрезами на станках с ЧПУ существует ряд проблем:

- необходимость плавного изменения условий резания. Это связано с тем, что для современных инструментов из твёрдых сплавов более благоприятной является пусть и высокая, но постоянная температура в зоне резания, чем её колебания, так как это снижает стойкость инструмента;
- плавность траекторий движения инструмента;
- оптимальный угол врезания инструмента;
- минимизация времени на обработку (производительность);
- структурная оптимизация операций;
- колебание припусков при обработке.

Существует решение указанных проблем с помощью САМ систем.

1. SolidCAM на базе данной программы был разработан уникальный мастер технологии iMachining, который позволяет обеспечить выбор оптимальной скорости, подачи и частоты вращения с учётом особенности траектории движения инструмента, материала инструмента и заготовки, а также технических характеристик станка. Фрезерование может осуществляться быстрее и интенсивнее за счет оптимизации углового положения инструмента и скорости подачи. Возможность осуществления плавных, тангенциальных траекторий движения инструмента.

2. SprutCAM не позволяет решать выявленные проблемы.

3. ArtCAM из представленных проблем позволяет решить проблему производительности, имея алгоритмы расчёта оптимальных маршрутов фрезы (в частности при черновой обработке – возможность разбивки этапа на отдельные циклы с использованием разных фрез для сокращения времени цикла).

4. SURFCAM предоставляет возможность выполнять перемещение подвода и отвода инструмента в местах начала и завершения рабочих проходов траектории по касательной дуге, а также осуществляет плавность траектории движения инструмента.

В настоящее время САМ системы способны решать практически все проблемы связанные с фрезерованием на станках с ЧПУ, но остаются открытыми такие проблемы как колебание припусков при обработке и структурная оптимизация операций.

УДК 338.24

АНАЛИЗ КОНЪЮНКТУРЫ ВНЕШНЕТОРГОВОГО ОБОРОТА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

И. В. КРИВЕНКОВА

Научный руководитель В. М. РУДЕНКОВ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Минск, Беларусь

Диверсификация экспорта и импортозамещение являются приоритетными направлениями развития экономики Республики Беларусь. Проблема выравнивания сальдо торгового баланса и сегодня стоит достаточно остро, поскольку, несмотря на весь предпринимаемый Правительством комплекс мер, наблюдается тенденция превышения суммарных выплат по импорту над поступлениями от экспорта, что негативно влияет на экономику страны в целом, т. к. происходит отток валютной массы из страны. Объем внешней торговли товарами Республики Беларусь на протяжении 2000–2008 гг., 2009–2012 гг. имеет устойчивую тенденцию роста, а в период 2008–2009 гг. и 2012–2015 гг. – спада. Кроме того, импорт по-прежнему превышает экспорт, как в целом, так и в разрезе стран СНГ, в том числе с Россией. Что касается стран вне СНГ, то можно наблюдать обратную ситуацию: на протяжении 2000–2009 гг., 2011–2012 гг. и 2015 г. экспортные потоки превысили импортные.

В январе 2016 г. сохраняется сложившаяся за предыдущие шестнадцать лет тенденция: сальдо торгового баланса в целом по внешней торговле (- 46,2 млн долл. США), со странами СНГ (- 34,3 млн долл. США), с государствами-членами Евразийского экономического союза (- 371,3 млн долл. США), в том числе с Россией (- 391,5 млн долл. США) остается отрицательным, а со странами вне СНГ (+ 188,1 млн долл. США), в т. ч. со странами ЕС (+ 303,7 млн долл. США) – положительным.

Анализ динамики коэффициента покрытия показывает, что объем экспорта был близок к импорту только в 2005 г. (0,96) и 2012 г. (0,99). Указанный коэффициент за 2000–2015 гг. падал в среднем на 14,58 % в год.

Беларуси следует придерживаться многовекторной внешнеторговой политики (с целью сокращения зависимости от одного-двух крупных торговых партнеров) с диверсификацией рынков сбыта производимой продукции (с целью поступательного и систематического наращивания своего товарного присутствия на рынках стран, куда уже осуществлены экспортные попытки, однако объемы экспорта невелики или непостоянны, параллельно занимаясь поиском новых мест реализации своей продукции).

В. В. КЛИМУК, Е. В. КЛИМУК
Учреждение образования
«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Барановичи, Беларусь

Механизмы стимулирования инновационного развития страны, инструменты оценки его уровня, перспективные траектории развития формируют *модели инновационного развития*, дифференциацию которых можно представить в следующей структуре: продуктивные, клонирующие, догоняющие. Для дифференциации расчетных уровней инновационного развития применен метод группировки по средней величине с разработкой карты инновационного развития страны. На основе апробации механизма оценки уровня инновационного развития страны получены следующие результаты: *продуктивная* модель характерна для России, а *клонированная* – для Беларуси. Уровень инновационного развития формируется на основе воздействия различных категорий факторов эндогенного и экзогенного характера, обуславливающих динамические сдвиги относительно реализуемого направления. В результате анализа выделены 5 векторов инновационного развития соседствующих стран: стимулирующий, научный, глобализационный, вектор обновления, вектор эффективности вложений. В результате построена 5 осевая структура важных факторов инновационного развития Беларуси и России. В настоящий период пока по нашим странам превалирует экстенсивный тип формирования «инновационности» (на основе роста затрат) нежели интенсификационная схема развития (на основе роста отдачи от используемых ресурсов). В качестве рекомендаций по расширению возможностей, повышению степени инновационного развития стран, выделим следующие:

- 1) усиление мер материального стимулирования работников в развитие инновационной сферы экономики;
- 2) формирование альянсовых хозяйственных систем;
- 3) развитие инновационной инфраструктуры.

Н. С. СЕНТЮРОВ
Научный руководитель В. А. ШАРШУНОВ, д-р техн. наук, проф.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ»
Горки, Беларусь

В настоящее время рентабельность топливных пеллет, произведенных из льнокостры, по оценке специалистов Министерства сельского хозяйства и продовольствия, достигает 25 %. Однако сдерживающим фактором является разработка устройств по доочистке льнокостры от песка и других примесей, что обеспечит более длительный срок эксплуатации линии гранулирования пеллет. За счет углубленной переработки каждый льнозавод может получить в, среднем, до 15 млрд р. дополнительной выручки в год [1].

Для выделения минеральных примесей из льнокостры на базе академии было разработано устройство для очистки льнокостры от минеральных примесей.

Устройство работает следующим образом. Порция льнокостры подается на сетчатую ленту элеватора, которая приводится в движение с помощью приводного барабана. За счет эксцентриков сетчатая лента элеватора с льнокострой приводится в колебательное движение, тем самым выделяя минеральные примеси из льнокостры. Примеси просеиваются через сетчатую ленту элеватора, попадают на скатную доску и выводятся из устроивки. Очищенная льнокостра, сходящая с сетчатой ленты элеватора, поступает на следующий этап производства топливных пеллет. Для предотвращения забивания ячеек сетчатой ленты элеватора, на его холостой ветви установлены чистики.

Лабораторные испытания по выделению минеральных примесей из льнокостры показали высокое качество очистки ее с помощью разработанного устройства для очистки льнокостры от минеральных примесей. В результате очистки выделяется до 88 % минеральных примесей. Применение устройства для очистки льнокостры от минеральных примесей позволит увеличить срок службы оборудования для производства топливных пеллет на 30 % и более, что в значительной мере позволит снизить их себестоимость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Морозов, П.** Лен выходит из крутого пике / П. Морозов // Белорусское сельское хозяйство. – 2012. – № 10. – С. 80–83.

С. О. ФЕДОНИНА

Научный руководитель Л. А. ЗАХАРОВ, канд. техн. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Брянск, Россия

Современную механическую обработку невозможно представить без станков с ЧПУ. На кафедре «Металлорежущие станки и инструменты» коллективом преподавателей и студентов был спроектирован и изготовлен фрезерно-гравировальный станок. Цель нашей работы заключалась в разработке и адаптации СЧПУ на базе пакета Mach3 для управления фрезерно-гравировальным станком, а так же изучение возможностей программного обеспечения.

Исходя из конструктивных особенностей станка, СЧПУ имеет упрощенный вид, представленный на рис. 1.

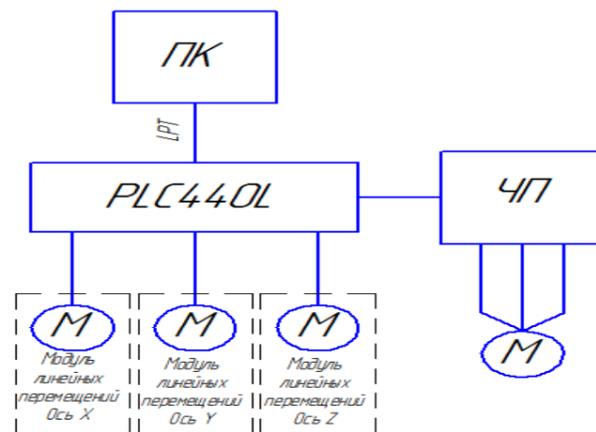


Рис. 1. СЧПУ фрезерно-гравировального станка

Управляющие сигналы от портативного компьютера передаются через параллельный порт LPT на драйвер шагового двигателя PLC440L. К драйверу подключается 3 привода подач (с шаговыми двигателями) и от драйвера на частотный преобразователь поступает сигнал, задающий частоту вращения ПГД.

Система обеспечивает управление двигателями, приводом подач, приводом главного движения, позволяет использовать кнопку экстренного останова, а также исключает возможность аварийного выхода рабочих органов из рабочей зоны станка с помощью установленных концевых выключателей на модулях линейного перемещения.

В настоящее время ведется подготовка технической документации для использования станка в учебных целях.

В. В. КЛИМУК

Учреждение образования
«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Барановичи, Беларусь

Современная эпоха скоростного развития информационных технологий, автоматизированных систем, креативных методов, новых видов продукции, выставляет жесткие условия для обеспечения конкурентоспособности на рынке. Данные условия, к коим относятся оригинальность, экономичность, эталонность, экологичность, мобильность и ряд других, диктуют настоятельную необходимость оперативной адаптации к рыночным метаморфозам, проявляющуюся в активизации инновационной деятельности по принципу «на опережении» (с упором на индикатор качества результата, а не количественной его основы). Так, инновации выступают доминантой социально-экономического роста страны, создавая платформу форсирования технико-технологического совершенства, экономико-экологических преимуществ, социальной безопасности общества. В Беларуси высокая доля обеспечения инновационного развития страны сконцентрирована на приобретении машин и оборудования (53 %), что можно охарактеризовать консументальной функцией (потребления уже имеющихся инноваций, а не самостоятельного их создание).

Автором предложено следующее определение: «*модель инновационного развития* – это интегральный вектор развития, основанный на совершенствовании организационно-управленческих, технико-технологических, экономических процессов функционирования, формирующий платформу конкурентоспособности и социо-эколого-экономической безопасности страны». С целью количественной оценки уровня инновационного развития стран и формирования «вектора будущего» предложена система из 12 относительных показателей (по 3 компонентам). Данный комплекс индикаторов обеспечит возможность оценки уровня инновационного развития на текущий или ретроспективный период, а также выступит платформой стратегирования развития страны по инновационной траектории совершенствования. Автором обобщены подходы к определению дефиниции «инновации».

Необходимость формирования общего транспортного пространства обусловлена тем, что накопленный опыт самостоятельного развития независимых государств-участников таможенного союза показал необходимость более системного подхода к решению задач развития транспортного комплекса, формированию общего транспортного пространства и общего рынка транспортных услуг.

В настоящее время Республика Беларусь оказалась перед системами вызовов, характер и качество, которых определяется сочетанием трех факторов:

Первый фактор – усиление конкуренции, охватывающей рынки товаров, услуг, капитала и других факторов экономического роста. Началась структурная перестройка региональных экономических союзов, ожидаемым распространением новых технологий. Это повлечет изменение грузо- и пассажиропотоков, рост требований к качеству транспортного обслуживания.

Второй фактор – возрастание роли транспорта как отрасли встающей на пути инновационного развития.

Третий фактор – существенные ограничения роста экономики, обусловленные недостаточным развитием транспортной системы.

Все это требует от транспорта Республики Беларусь существенной перестройки.

В Республике Беларусь, как и в других развитых странах, транспорт является одной из крупнейших базовых отраслей хозяйства, важнейшей составной частью производственной и социальной инфраструктурой.

Транспортные коммуникации объединяют все районы страны, что является необходимым условием ее территориальной целостности, единства ее экономического пространства. Они связывают страну с мировым сообществом, являясь материальной основой обеспечения внешнеэкономических связей и ее интеграции в глобальную экономическую систему.

Выгодное географическое положение позволяет получать значительные доходы от экспорта транспортных услуг, в том числе от осуществления транзитных перевозок по своим коммуникациям.

О месте и значении транспорта свидетельствует также его значительный удельный вес в основных производственных фондах страны, более 20 %. Транспорт играет важную роль в социально-экономическом развитии страны. Транспортная система обеспечивает условия экономического роста, повышения конкурентоспособности национальной экономики и качества жизни населения. Географические особенности определяют приоритетную роль транспорта в развитии конкурентных преимуществ страны с точки зрения реализации ее транзитного потенциала.

Географическая и технологическая доступность транспортных услуг определяет возможности территориального развития экономики и социальной сферы.

Все эти обстоятельства позволяют отнести транспорт к числу приоритетных отраслей экономики.

УДК 621
ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ КОНСТРУЦИЙ СКВАЖИН ДЛЯ
МАТЕРИКОВОЙ ДОБЫЧИ НЕФТИ

Т. М. ХРИСАНЕНКОВА

Научный руководитель В. Н. БАЛАБАНОВ, канд. техн. наук
Ф-л федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»
Смоленск, Россия

Одним из актуальных способов добычи нефти является материковая добыча. В зависимости от существенно различающихся свойств продуктивного пласта и технологий выработки запасов углеводородов можно использовать одну из следующих типовых конструкций забоев скважин: скважина с перфорированным забоем (рис. 1, а), с забойным хвостовиком (рис. 1, б), с забойным фильтром (рис. 1, в), с открытым забоем (рис. 1, г).

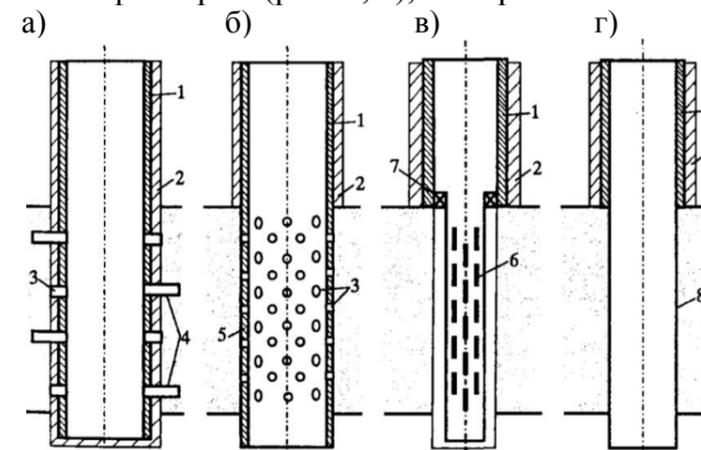


Рис. 1. Типовые конструкции забоев скважин: 1 – обсадная колонна; 2 – цементное кольцо; 3 – перфорационные отверстия; 4 – перфорационные каналы; 5 – перфорированный хвостовик; 6 – забойный фильтр; 7 – сальник; 8 – открытый забой

Наиболее распространенными в нефтедобывающей промышленности являются скважины с перфорированным забоем в силу целого ряда преимуществ: надежная изоляция пройденных горных пород; возможность дополнительного вскрытия перфорацией временно законсервированных нефтенасыщенных интервалов в разрезе скважины; простота поинтервального воздействия на призабойную зону в случае ее сложного строения; существенное упрощение технологии бурения [1].

В условиях достаточно крепких коллекторов такая конструкция забоя является длительно устойчивой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Профессионально о нефти [Электронный ресурс]: Подготовка скважин к эксплуатации. URL: <http://proofoil.ru/Oilproduction/Borewell7.html>

УДК 631.334
РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОТОРНОГО
ОЧЕСЫВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

М. В. ЦАЙЦ, В. А. ЛЕВЧУК

Научный руководитель А. С. АЛЕКСЕЕНКО, канд. техн. наук, доц.
Учреждение высшего образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ»
Горки, Беларусь

Для осуществления процесса очеса при реализации второй стадии (подбор-очес-оборачивание) отдельной технологии уборки льна-долгунца в академии разработана конструкция роторного очесывающего устройства. Данное устройство выполнено в виде диска с установленными с одной стороны – косыми рифлеными бичами и вычесывающе-транспортирующими лопастями со щетками; с другой стороны – деки, установленной со стороны бичей. Дека устанавливается под острым углом к плоскости вращения диска и обеспечивает клиновидную форму зоны очеса. Непосредственно под диском в зоне очеса между диском меньше диаметра коробочки льна установлен сектор с зазором. С целью предотвращения забивания конструкции сектор подпружинен. Очесывающий ротор устанавливается перпендикулярно движению ленты льна, а бичи устанавливаются на роторе таким образом, что в момент касания ленты образуют с ней острый угол, тем самым устраняя возможность излома стеблей. Кроме того, зазор между декой и бичами уменьшается при движении стеблей вниз и в нижней части он меньше диаметра семенных коробочек.

Теоретические исследования определили следующие параметры устройства:

- диаметр ротора 500 мм;
- количество бичей на роторе – 8 шт.;
- угол наклона бича относительно плоскости диска – $5,9...6,6^\circ$;
- величина эксцентриситета установки бичей относительно оси вращения ротора – 20...35 мм;
- ширина зоны очеса (ширина бича) – 30...35 мм;
- скорость вращения ротора 400...600 об/с при скорости подачи обрабатываемого материала 1,4...1,55 м/с.

Выполнение устройства в виде ротора с эксцентрично установленными косыми бичами и вытряхивающе-транспортирующими лопастями, при заданных конструктивных параметрах, позволит снизить массу в 2...2,5 раза (масса устройства составит 72 кг) в сравнении с аналогами.

УДК 656.13.072
РОЛЬ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ОБЩЕГО РЫНКА
ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА

Е. С. КЛИМОВА

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

Транспорт – важнейший структурный элемент экономики таможенного союза. Роль транспорта в социально-производственной инфраструктуре важна, т. к. без стабильно работающей транспортной системы невозможно нормальное функционирование рынков товаров и услуг, развитие городов и регионов, расширение международных связей.

Наблюдаемая в последние годы тенденция постепенного сближения экономик стран таможенного союза позволила более отчетливо выявить те направления сотрудничества, которые являются узловыми для достижения успеха проводимых экономических реформ. Не вызывает сомнения, что одним из таких направлений является сотрудничество по созданию единой товаропроводящей сети и формированию общего рынка транспортных услуг.

В современных условиях предприятия транспорта должны пересмотреть характер своей коммерческой и производственной деятельности, направив ее на анализ, изучение и удовлетворение запросов потребителей. Новые экономические условия, реалии сегодняшних межгосударственных отношений, формирование рынка транспортных услуг, усиление конкуренции между предприятиями транспорта предполагают активное изучение опыта функционирования транспорта с определением его роли и места в системе «снабжение – производство – сбыт».

Республика Беларусь тесно сотрудничает с государствами – участниками СНГ в области транспорта в трех межгосударственных организациях: Исполнительном Комитете СНГ, Постоянном Комитете Союзного государства России и Беларуси, Интеграционном Комитете Евразийского экономического сообщества (ЕврАзЭС).

Для решения различных вопросов сотрудничества в области транспорта создано более двух десятков различных межгосударственных комиссий, комитетов и советов. Одной из причин низкой конкурентоспособности продукции Беларуси и России, являются затраты на транспортно-экспедиционное обеспечение доставки, величина которых в 2...3 раза выше уровня развитых стран ЕВРОСОЮЗА. По данным проведенных в Республике Беларусь исследований стоимость транспортной доли процесса производства и распределения продукции составляет одну треть конечного продукта. Поэтому надлежащее транспортное обеспечение распределения товаров является одним из важных резервов экономии ресурсов.

УДК 330
ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ
В АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Е. А. КИРИЛЛОВА

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

Инновационная деятельность предприятий атомной промышленности обладает рядом особенностей, которые выделяют ее на фоне всех отраслей по таким причинам:

1) выпускаемая продукция и нематериальные активы, создаваемые предприятиями, являются высокотехнологичными, и потому обладают значительной стоимостью, что обуславливает работу исключительно по предварительному заказу. Иными словами, любая инновация должна быть обеспечена соответствующим финансированием еще до начала работ;

2) инновационные разработки, новшества материального и нематериального характера в атомной промышленности используются на протяжении длительного периода, что накладывает свой отпечаток как на процесс их создания, так и на процессы тестирования, внедрения и последующей эксплуатации. Учитывая высокие риски деятельности предприятий в сфере атомной энергетики, любые инновации в обязательном порядке проходят многократные теоретические и прикладные проверки;

3) учитывая, что в основе инновационного развития любого полномасштабного технологического предприятия, функционирующего в условиях работы с технически сложными объектами, лежит принцип управления полным жизненным циклом, необходимо следить за развитием всей цепочки производства – от этапа проектирования до момента вывода из эксплуатации и утилизации (в т. ч. контроль и управление старением);

4) большое разнообразие вариантов использования инновационных инструментов, материалов, готовых изделий и нематериальных активов в различных отраслях подразумевает четкое определение уровней допуска, как для сотрудников, так и заказчиков. Кроме того, при осуществлении поставок на международный рынок необходимо предусматривать условия, по которым потребители обязуются не вносить изменений и не передавать в пользование указанные активы третьим сторонам. Для этого требуется дополнительно создавать инструменты отслеживания их движения после осуществления поставок.

УДК 621.83.053
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КОНТРОЛЯ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ
ПОГРЕШНОСТИ ПЛАНЕТАРНОГО ШАРИКОВОГО РАДИАЛЬНО-
ПЛУНЖЕРНОГО РЕДУКТОРА

С. Г. ЧЕРНЯКОВ, К. В. САСКОВЕЦ, А. И. ЕРКОВИЧ

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

Известные дифференцированные методы измерений погрешностей изготовления механических передач не могут быть применены для планетарных радиально-плунжерных редукторов, для оценки точности которых возможен только контроль передачи в сборе. Исходя из этого была разработана установка и методика контроля кинематической погрешности малогабаритных передач и проведен апробированный контроль двухступенчатого планетарного шарикового радиально-плунжерного редуктора с передаточным отношением равным 49.

Установка состоит из электродвигателя, соединенного муфтой с испытуемым редуктором и пружинной муфтой с преобразователем угловых перемещений ВЕ 178А, снабженным оптическим формирователем импульсов. На выходном валу редуктора установлен второй преобразователь угловых перемещений Autonics E50 8-8000-3-T-24. Два преобразователя позволяют не устанавливать инерционную массу, обеспечивающую строгую равномерность вращения ведущего вала, а программным способом исключить полученную неравномерность вращения вала электродвигателя и входного вала передачи, тем самым уменьшить погрешность измерения и повысить точность полученных результатов.

На точность измерения будет влиять число импульсов, формируемых преобразователем угловых перемещений за один оборот выходного вала, а также эксцентриситет от радиального биения вала электродвигателя некомпенсируемого муфтой. Установлено, что эти погрешности измерений незначительны и их можно не учитывать при контроле.

Разработанная методика контроля предполагает измерение кинематической погрешности редуктора как без нагрузки на выходном валу, так и под нагрузкой 20, 40, 60, 80 Нм. В результате измерений получены зависимости значений кинематических погрешностей от времени с помощью программы Shark, входящей в программное обеспечение установки. Эта программа позволяет также получить амплитудно-частотный спектр кинематической погрешности, состоящий из значений амплитуд и гармонических составляющих, которые характеризуют погрешности изготовления и упругие деформации его деталей при работе редуктора под нагрузкой.

УДК 621.97.

СТОЙКОСТЬ ЛЕЗВИЙНОГО ИНСТРУМЕНТА
ПРИ НАРОСТООБРАЗОВАНИИ

Д. Г. ШАТУРОВ, М. В. ПАНКОВ

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

Стойкость твердосплавных режущих инструментов, работающих на низких скоростях резания (15–55 м/мин), связана с образованием на передней поверхности инструмента нароста. Кривая периода стойкости от скорости резания $T_0 = f(v)$ при обработке углеродистых сталей в диапазоне скоростей $V = 40 - 50$ м/мин имеет экстремум (“горб”). Экстремум функции $T_0 = f(v)$ мало зависит от подачи, хотя в зоне средних и больших скоростей резания как раз наоборот имеет место большая разбежка положения экстремума вдоль оси скорости резания. Это можно объяснить тем, что при увеличении подачи увеличивается толщина срезаемого слоя металла и величина нароста, что сдвигает экстремум функции $T_0 = f(v)$ в сторону меньших скоростей резания. Одновременно с увеличением высоты нароста увеличивается фактический передний угол инструмента, что сдвигает экстремум функции в сторону больших скоростей резания. В результате действия двух факторов в противоположных направлениях экстремум функции $T_0 = f(v)$ при низких скоростях резания практически остается на одной и той же скорости резания при изменении подачи.

Т. к. нарост защищает лезвие резца от изнашивания, то целесообразно увеличить диапазон скоростей резания для образования нароста, где вместо одного экстремума появилось бы плато. Для этого предлагается создание регулярного макрорельефа на передней поверхности инструмента, увеличивающего сцепление частиц стружки с передней поверхностью при абразивно-адгезионном его износе.

УДК 338

ВЛИЯНИЕ МАРКЕТИНГА НА ОРГАНИЗАЦИЮ ЛОГИСТИЧЕСКОГО
ПРОЦЕССА ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ НА МЕЖДУНАРОДНОМ РЫНКЕ

Д. А. ЖИГАЛОВА

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

Максимальный эффект от логистического процесса перевозки грузов наблюдается в том случае, если транспортная организация функционирует на целевых сегментах рынка. При выявлении целевых сегментов на международном рынке транспортных услуг, предприятию необходимо не только правильно организовать процесс транспортировки по международным стандартам, но и занять свою долю на рынке среди сотен конкурирующих перевозчиков при помощи проведения эффективных маркетинговых мероприятий, стимулирующих сбыт транспортных услуг.

Базой для изучения влияния маркетинга на логистический процесс перевозки грузов было выбрано предприятие ЗАО «Промлизинг». На предприятии отсутствует отдел маркетинга и не проводились маркетинговые исследования, поэтому были выбраны малоэффективные целевые сегменты рынка.

Разработаны рекомендации, совершенствующие организацию логистического процесса перевозки грузов на международном рынке, после применения которых автомобили будут перевозить одинаковый объем грузов, простои транспорта уменьшатся. Оптимизация транспортировки приведет к снижению командировочных расходов на 30 %. Уменьшить затраты на простои подвижного состава под погрузкой-разгрузкой позволит также покупка собственного погрузчика. Также предприятию рекомендуется проведение рекламы, разработка системы скидок для клиентов и др.

Плановая прибыль при перевозках одним транспортным средством ЗАО «Промлизинг» в течение одного месяца на целевом сегменте рынка с учетом рекомендаций составляет 34,9 % в общей стоимости перевозок. Таким образом, маркетинг оказывает большое влияние на логистический процесс перевозки грузов, позволяя выявить слабые стороны в его организации и делая его более эффективным и рентабельным.

УДК 621.165

НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ КОНТРОЛЛИНГА
В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

С. М. ДЛИ

Научный руководитель И. А. ЖУЖГИНА, канд. экон. наук, доц.
Ф-л федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»
Смоленск, Россия

На настоящем этапе развития экономики предприятия топливно-энергетического комплекса (ТЭК) играют важнейшую роль во всех областях промышленности Российской Федерации. В настоящий момент в теплоэнергетике возможно наблюдать ряд негативных тенденций, которые существенно снижают эффективность функционирования организаций ТЭК и повышают себестоимость тепловой энергии. Как представляется, одним из путей решения проблем является внедрение систем контроллинга, охватывающих все процессы, протекающие в теплоэнергетической отрасли.

Указанная система должна осуществлять следующие функции:

- поддержка решений по выявлению и сокращению потерь энергетических ресурсов по всей цепи поставок;
- организация эффективной системы финансовых потоков;
- обеспечение обоснованности и прозрачности методик формирования тарифа на тепловую энергию с учетом интересов всех участников рынка;
- разработка эффективных инвестиционных программ по модернизации генерирующего оборудования и сетевого хозяйства ТЭК;
- создание новых организационных форм функционирования теплоэнергетики.

С учетом указанных обстоятельств, представляется целесообразным формирование комплексной системы контроллинга, которая позволит обеспечить решение данных задач с целью повышения экономической эффективности и экологической безопасности региональных теплоэнергетических систем.

Очевидно, что для реализации полного набора указанных функций контроллинга необходимо реализовать два аппаратно-технических проекта:

- во-первых, осуществить интеграцию компьютерных систем всех участников рынков тепловой энергии и регулирующих организаций в части информационного обеспечения поддержки принятия решений;
- во-вторых, произвести масштабное внедрение контрольно-измерительной аппаратуры, позволяющей контролировать движение тепловой энергии.

Указанные решения потребуют значительных первоначальных инвестиций, возврат которых будет осуществляться на основе использования элементов RAB-регулирования тарифов.

УДК 621.914

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ФРЕЗЕРНО-
ГРАВИРОВАЛЬНОГО СТАНКА ДЛЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Т. М. ШИЛИНА

Научный руководитель Л. А. ЗАХАРОВ, канд. техн. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Брянск, Россия

Станки с ЧПУ являются неотъемлемой частью обработки металлов в машиностроении. В настоящее время широкое производство получили станки другого ценового уровня. Однако возможности этих станков ограничены обработкой деталей из древесины, пластика и других кустарных изделий. Но важным достоинством такого оборудования является низкая цена и модульная конструкция, а также ими можно оборудовать классы учебных заведений.

Таким образом, была поставлена задача по проектированию и изготовлению фрезерно-гравировального станка МС03Ф4, представленного на рис. 1.

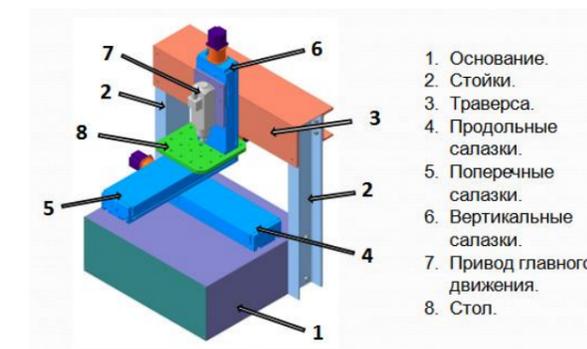


Рис. 1. 3D модель фрезерно-гравировального станка

Была создана бюджетную модель станка силами коллектива преподавателей и студентов кафедры. Новое оборудование используется в лаборатории университета для обучения студентов по разработке управляющих программ на станках с ЧПУ.

Управление станком осуществляется через ПК, с установленной на нем программой Mach3. Связь станка и компьютера обеспечивает драйвер шагового двигателя PLC440L. В процессе пробных запусков были обработаны образцы заготовок из дерева.

Обучение работе на данном станке с использованием программы Mach3 продолжается.

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ПОСЛЕ ПНЕВМОВИБРОДИНАМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Н. М. ЮШКЕВИЧ, Д. С. КИСЛЯК, П. В. ЛУКАШОВ

Научные руководители Е. В. ИЛЬЮШИНА, канд. техн. наук, доц.;

И. Д. КАМЧИЦКАЯ канд. техн. наук, доц.

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Оценку параметров микрорельефа поверхности после импульсно-ударной пневмовибродинамической обработки проводили по международному стандарту DIN EN ISO 13565-2 : 1998, в котором рассматриваются параметры формы шероховатости:

- параметр R_{pk} , характеризующий высоту выступов быстро изнашивающихся в первый период эксплуатации;
- параметр R_{vk} , характеризующий глубину впадин профиля и соответственно смазывающую способность;
- параметр R_k , характеризующий основу профиля, которая является несущей площадью;
- сумма параметров $R_{pk} + R_k$, характеризующая изнашиваемость рабочих поверхностей.

Влияние зазора между торцом пневмонакатника и обрабатываемой поверхностью на изменение параметров шероховатости после импульсно-ударной пневмовибродинамической обработки представлено в табл. 1. Исходная поверхность – шлифование с СОЖ. Режимы обработки: давление сжатого воздуха – 1,5 МПа, подача – 80 мм/мин. Для исследований использовался прибор фирмы «Mitutoyo».

Табл. 1. Параметры шероховатости поверхности (чугун СЧ 20) после пневмовибродинамической обработки

Величина зазора, мм	$R_{a_{исх}}$, мкм	R_a , мкм	R_z , мкм	R_{pk} , мкм	R_k , мкм	R_{vk} , мкм	$R_{pk}+R_k$, мкм
0,4	0,63	1,296	5,533	1,190	2,768	0,612	3,958
0,4	1,25	1,031	4,960	0,862	2,694	1,376	3,556
0,6	0,63	0,995	3,78	0,921	2,690	1,138	3,974
0,6	1,25	0,822	3,641	0,621	2,216	1,284	2,837

Установлено, что обработка заготовок с более грубой исходной шероховатостью ведет к повышению несущей площади поверхности по критерию $R_{pk}+R_k$ и повышению маслосъемности по критерию R_{vk} .

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

С. М. ДЛИ

Научный руководитель А. А. БАЛЯБИНА, канд. экон. наук, доц.

Ф-л федерального государственного бюджетного образовательного

учреждения высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

Смоленск, Россия

Настоящий этап развития экономики характеризуется повышением значимости инновационных процессов в т. ч. и на энергетических рынках. Реализуемые в последние годы инновационно-инвестиционные процессы в сфере теплоэнергетики не позволили достичь заданных стратегических целей. В числе возможных причин неэффективности использования инвестиционных ресурсов можно назвать ошибки в области организации управления инновационной деятельностью теплоэнергетических предприятий, в связи с чем актуальным становится направление исследований, связанное с разработкой инструментов управления инновационными проектами, в т. ч. с разработкой системы отбора перспективных проектов.

Данный факт определяет целесообразность формирования двухуровневой системы показателей, которая включает общие показатели и подсистему специфических показателей (рис.1). Как представляется, реализация системы будет способствовать повышению качества внедряемых инноваций в данной сфере.



Рис. 1. Группы показателей, используемые при селекции инновационных проектов в теплоэнергетике

УДК 338.10
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ПОСТРОЕНИЯ
КОСВЕННОГО НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

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

При изучении вопросов реформирования налоговой системы любой страны важным вопросом является рассмотрение зарубежного опыта в данной области. Одним из направлений совершенствования налоговой системы Республики Беларусь должно стать осуществление работы по дальнейшему упрощению механизма взимания обязательных платежей в бюджет и в первую очередь платежей из выручки, к которым относится налог на добавленную стоимость (НДС) и акциз.

Белорусская модель НДС имеет некоторые недостатки, которые снижают эффективность данного налога. Ставки НДС в Беларуси выше, чем во многих других государствах, кроме того, в отличие от европейских стран, этим налогом облагаются предметы первой необходимости. В развитых странах среди целей НДС можно назвать сдерживание нежелательного импорта, перепроизводства одних товаров и ограничение чрезмерного потребления других товаров. При этом ставки данного налога составляют, например, в Японии 3 %, в Швейцарии 6,5 %, Канаде 7,5 %. В США после длительного изучения отказались от введения НДС. Здесь существует налог с продаж, который ограничивает нерациональное потребление. Таким образом, методика исчисления НДС в Республике Беларусь нуждается в совершенствовании, а ставки – в большей обоснованности.

Акцизные сборы на отдельные виды товаров применяются во всех странах. Среди основных принципов построения акцизов, применяемых в зарубежных странах можно отнести следующие: равные условия налогообложения для отечественных и импортных товаров; применение механизма зачета сумм акцизов, уплаченных на предыдущих стадиях производства и обращения; налогообложение импорта и освобождение от акциза экспорта товаров; умеренные и стабильные адвалорные ставки. Из всех этих принципов в белорусской модели акцизов нарушается в основном последнее требование. Уровень ставок постоянно меняется под воздействием инфляции и динамики обменного курса, что не позволяет производителям подакцизных товаров планировать результаты своей деятельности. Очевидно, что в реформировании этого налога главной задачей является введение механизма утверждения стабильных ставок.

УДК 539.375
ЭЛЕКТРОМОДЕЛИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕШЕНИЯ
КОНТАКТНЫХ ЗАДАЧ

*Е. М. АКУЛОВА, В. А. СТАЛЬМАКОВ, Н. В. МИХАЛЬКОВ
Научный руководитель Г. П. ТАРИКОВ, д-р техн. наук, проф.
Учреждение образования
*«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. П. О. Сухого»
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА»
Гомель, Беларусь

Рассматривается электромоделирующее устройство, созданное специально для решения пространственных контактных задач. Приводится блок-схема устройства и дается описание программ, которые позволяют производить экспериментальные исследования в автоматическом режиме с точностью достаточной для инженерных приложений.

Электромоделирующее устройство содержит источник питания, выход которого подключен к распределительному блоку. Каждый выход распределительного блока подключен к отдельной пластине токопроводящего элемента, зонд установлен над токопроводящим элементом и соединен с персональным компьютером посредством усилителя электрического сигнала и аналого-цифрового преобразователя. Токопроводящий элемент и зонд защищены экраном. Контроллер подключен к компьютеру, а его выходы подключены к электродвигателям, перемещающим координатный столик.

Токопроводящий элемент, являющийся аналогом площадки контакта, расположен на координатном столике, который обеспечивает его перемещение в горизонтальной плоскости для проведения измерений. Зонд, служащий для измерения плотности заряда, моделирующей контактное давление на площадке контакта, имеет вертикальное перемещение.

Для автоматизации процесса измерения распределения заряда разработан программный комплекс, состоящий из трех самостоятельных программ:

- а) программы управления процессом измерения распределения заряда на поверхности токопроводящего элемента;
- б) программы преобразования значений распределения заряда на поверхности токопроводящего элемента и определения ее суммарного заряда;
- в) программы построения трехмерного графика распределения заряда на поверхности токопроводящего элемента.

Эти программы работают последовательно в порядке их перечисления. Дана оценка погрешности метода при решении эталонных задач.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РОЛИКО-КОЛЬЦЕВЫХ МЕЛЬНИЦ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ТИПА

А. К. ГАВРИЛЕНЯ, И. А. БОГДАНОВИЧ

Учреждение образования «БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Барановичи, Беларусь

При размоле в роliko-кольцевой мельнице центробежного типа мелкокусковой материал подвергается ударно-истирающему воздействию со стороны мелющих тел (рис. 1).

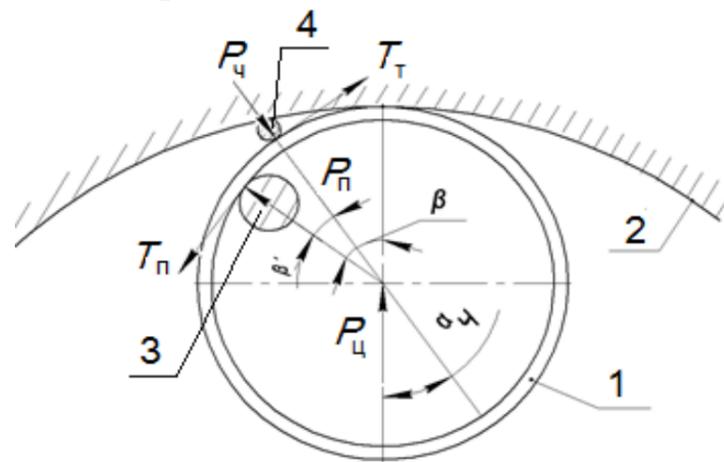


Рис. 1. Силовые факторы, действующие на частицу: 1 – ролик; 2 – цилиндр; 3 – палец; 4 – измельчаемая частица

Согласно методу кинестатики, максимальная сила равна

$$P'_ч = P_ц \cos \alpha_ц + P_п \cos \beta' - T_п \sin \beta', \quad (1)$$

где $P_п$ – сила, действующая на ролик со стороны пальца; $P_ц$ – сила инерции ролика; $\alpha_ц$ – угол захвата частицы роликом; $T_п$ – сила трения, возникающая между пальцем и роликом.

При отсутствии силы трения в точке соприкосновения ролика и пальца ($T_п = 0$) из формулы (1) следует

$$P'_ч = P_ц \cos \alpha_ц + P_п \cos \beta'. \quad (2)$$

При подстановке геометрических параметров роliko-кольцевой мельницы *RTM4* в зависимость (1) и (2) получим $P_ч = 177$ Н; $P'_ч = 210$ Н.

Таким образом, снижение влияния силы трения скольжения между пальцем и роликом позволяет увеличить на 19 % силу, действующую на измельчаемую частицу мелкокускового материала.

МОДЕЛЬ ЭКСПЕРТИЗЫ ПЕРСПЕКТИВ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА ПО СОЗДАНИЮ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

О. В. БУЛЫГИНА

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

В современных условиях функционирования российской экономики важную роль играет интенсивное развитие наукоемких отраслей, способных в ускоренном темпе решить проблемы импортозамещения.

Разработка высокотехнологичной конкурентоспособной продукции должна осуществляться с использованием проектного подхода к организации инновационной деятельности. На рис. 1 представлена концептуальная модель определения перспективности инновационного проекта.

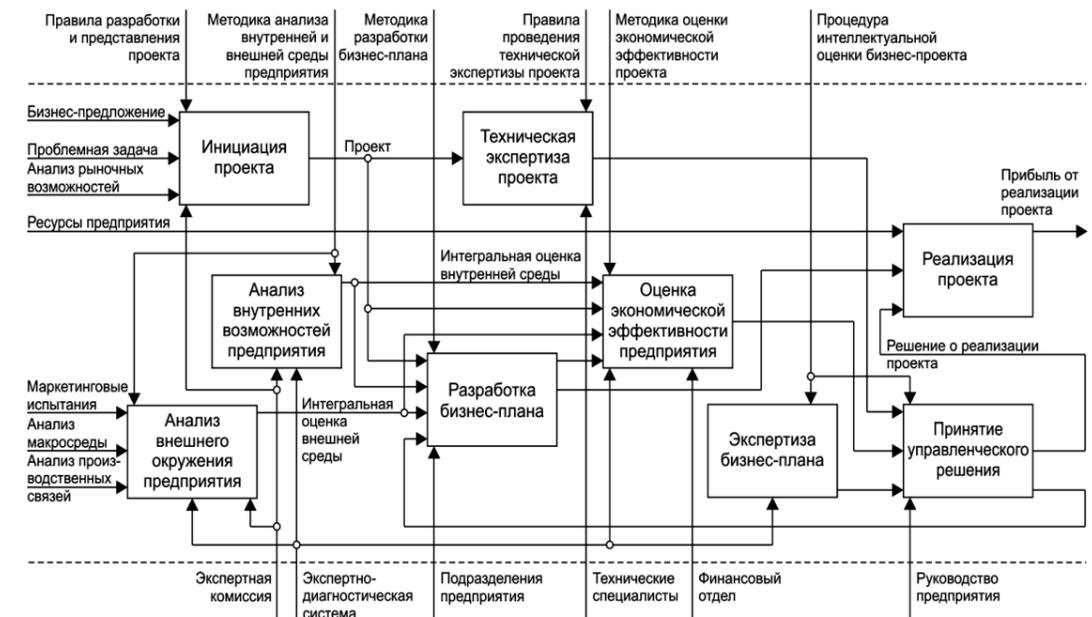


Рис. 1. Модель экспертизы перспектив инновационного проекта

Ввиду технологической сложности и высокой стоимости таких проектов существенное значение отводится подготовительному этапу, связанному с технико-экономическим анализом перспектив создания наукоемкой продукции, зависящих от научно-технических, финансово-экономических и маркетинговых параметров осуществимости проекта. В связи с недостатком статистической информации для исследования выполнимости бизнес-плана целесообразно использовать методы интеллектуального анализа слабоструктурированных данных (например, нечетко-сетевые иерархические модели, реализующие алгоритмы нечетких пирамидальных сетей) и процедуры экспертного оценивания.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №14-01-00690.

УДК 338

ОСНОВНЫЕ ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ В ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В. В. БОЙЧУК, Д.И. ТРЕТЬЯКОВА

Научный руководитель Т. А. БОРОДИЧ

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Для определения норм запасов используются три группы методов: эвристические, методы технико-экономических расчетов, экономико-математические методы. ABC – анализ относится к средствам экономико-математического моделирования.

Для оптимизации системы управления запасами на предприятии ОАО «Зенит» был проведен ABC – анализ. Группа А составляет 20 % и в нашем случае это 3 наименования, группа В 33 % – 5 позиций, С – 7 элементов. Проведенный ABC – анализ и, в частности, оптимизация запасов сырья и материалов, позволит ускорить оборачиваемость запасов, на что указывает рост коэффициента оборачиваемости, а, следовательно, ускорить оборачиваемость капитала. В результате расчетов оптимальный объем поставки составит 62 486,5 т, количество поставок – 105. Оптимизация запасов позволит предприятию сократить до 61,9 т запасов на складе.

Также на предприятии имеется свой подвижной состав, который осуществляет перевозку грузов, в основном сырья, материалов для нужд предприятия и готовой продукции. Проведенный анализ эффективности использования парка автомобилей позволил установить, что перевозки, осуществляемые ОАО «Зенит», не всегда эффективны.

В результате расчета показателей работы автомобиля на различных видах маршрутов было выявлено, что маятниковый маршрут с обратным полностью груженым пробегом является самым эффективным способом перевозок. Именно составлению таких маршрутов необходимо отдавать предпочтение при организации перевозок на предприятии.

Снизить затраты на перевозку грузов возможно путем увеличения производительности подвижного состава, в частности, путем увеличения коэффициента использования пробега. Данная задача решается путем применения маршрутизации перевозок. Был разработан рациональный маршрут перевозки для ОАО «Зенит» при помощи программного продукта Microsoft Excel. В результате был найден кратчайший путь между пятью городами, координаты которых известны.

Таким образом, предложенные мероприятия позволят сократить затраты в логистической системе предприятия.

УДК 621.83

СНИЖЕНИЕ МАССОГАБАРИТНЫХ И СТОИМОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИВОДОВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСЦЕНТРИКОВЫХ ПЕРЕДАЧ С САМОУСТАНОВЛИВАЮЩИМСЯ ЗАЦЕПЛЕНИЕМ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

П. Н. ГРОМЫКО, С. Н. ХАТЕТОВСКИЙ, В. Л. ЮРКОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

К настоящему времени по тематике эксцентрикковых передач, к которым относится также и планетарная прецессионная передача, проведен достаточно большой объем теоретических и экспериментальных исследований. Созданы основы их проектирования и проделана большая работа по минимизации механических потерь мощности в контактирующих звеньях.

Сотрудниками лаборатории по прецессионным передачам университета были исследованы вопросы оценки влияния погрешностей изготовления и монтажа звеньев прецессионной передачи, а также погрешностей, вызванных упругими деформациями ее звеньев на выходные ее показатели. При этом был обнаружен эффект, заключающийся в том, что при определенных параметрах зацепления эксцентрикковой передачи наблюдается так называемое самоустановление контактирующих зубчатых колес при значительных упругих деформациях контактирующих звеньев. Благодаря наличию указанного эффекта даже при уменьшении габаритных размеров (в 1,5–1,7 раза) по сравнению с разрабатываемыми в настоящее время эксцентрикковыми передачами-аналогами ухудшение эксплуатационных показателей эксцентрикковой передачи не наблюдается при соответствующих параметрах геометрии ее зацепления.

Для подтверждения данного эффекта были установлены взаимосвязи между параметрами различных вариантов эксцентрикковых передач с самоустанавливающимся зацеплением зубчатых колес. Также проводятся теоретически-экспериментальное обоснование возможности обеспечения работоспособности различных вариантов эксцентрикковых передач с самоустанавливающимся зацеплением зубчатых колес при наличии значительных упругих деформаций звеньев и компьютерные исследования с целью подтверждения теоретически полученных результатов. Планируется изготовление, проведение стендовых и эксплуатационных испытаний экспериментальных образцов малогабаритных тяжело нагруженных приводных устройств.

На основе указанного выше эффекта возможна разработка приводов, которые при установке их в конструкции различных машин и механизмов будут иметь пониженные габаритные размеры, массу и стоимостные показатели, а, следовательно, будут конкурентоспособны.

УДК 621.83

ПРЕЦЕССИОННАЯ ПЕРЕДАЧА ФРИКЦИОННОГО ТИПА

Л. Г. ДОКОНОВ, В. М. ШИМУКЕНУС

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

Как известно, преимуществом передач фрикционного типа является их простота, обеспечивающая низкую себестоимость изготовления, а также работа с пониженными виброакустическими показателями. Однако их использование ограничивается, во-первых: невысокой нагрузочной способностью, во-вторых: невозможностью трансформировать вращение с большими значениями передаточных отношений.

Используемые в данный момент фрикционные передачи в основном используются как кинематические. Самое широкое распространение в промышленности в качестве силовых передач получили фрикционные ременные передачи. Они обладают следующими недостатками сдерживающими их более широкое применение:

- невозможность передачи вращения с большими значениями передаточных отношений;
- повышенные габаритные показатели.

Стоит проблема создание такой структуры фрикционной передачи, которая обеспечивала бы трансформацию вращения с большими значениями передаточных отношений в минимальных габаритных размерах, и при этом позволила достигнуть требуемой нагрузочной способности до значений. Решение указанной проблемы позволило бы отказаться от использования во многих механических приводах планетарных зубчатых передач, имеющих, как правило, повышенную себестоимость изготовления.

Идея, позволяющая решить указанную выше научную проблему, состоит в замене в структуре планетарной прецессионной передачи зубчатого типа зубчатых венцов на фрикционные диски особой формы. Это позволит повысить нагрузочную способность предлагаемой фрикционной передачи по сравнению с передачами-аналогами. Одновременно предлагается в конструкции прецессионной передачи фрикционного типа использовать новый способ автоматического создания натяга в контакте фрикционных дисков. Оба предложения способствуют созданию фрикционной передачи нового типа на основе использования структуры планетарной прецессионной передачи. Новизна данных идей подтверждается уже полученными патентами.

УДК 338.1+316.42

ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ

М. М. БЛАЖЕВИЧ

Научный руководитель Н. С. ЖЕЛТОК, канд. экон. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилевский ф-л ЧУО «БИП-ИНСТИТУТ ПРАВОВЕДЕНИЯ»
Могилев, Беларусь

Одним из важнейших элементов инновационного развития экономики является ее организационно-правовое обеспечение. В этом направлении принят ряд нормативных правовых актов, в т. ч. Закон Республики Беларусь от 12.07.13 г. № 53-З «Об инвестициях», Указ Президента Республики Беларусь от 07.09.09 г. № 441 «О стимулировании создания и развития в Республике Беларусь производств, основанных на новых высоких технологиях» и др.

Политика государства в области инновации дает свои положительные результаты. В Республике Беларусь в качестве субъектов инновационной инфраструктуры зарегистрировано 14 юридических лиц, в т. ч. 12 технопарков и 2 центра трансфера технологий. Действующим законодательством предусмотрены различные формы поддержки инновационной деятельности в виде налоговых и иных стимулирующих инструментов [1].

Вместе с тем, несмотря на созданную в Республике Беларусь нормативно-правовую базу, к настоящему времени не удалось преодолеть ряд проблем, тормозящих инновационное развитие экономики: низкий уровень расходов на научную, научно-техническую и инновационную деятельность; отсутствие спроса на инновации со стороны отдельных отраслей реального сектора экономики. При этом следует отметить, что накоплен достаточный инновационный потенциал, и в этом немаловажную роль сыграло совершенствование законодательной базы инновационного развития страны. Однако, в рамках реализации национальной инновационной политики следует ставить задачу формирования в Республике Беларусь комплексного законодательства об инновациях и инновационной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Крупский, Д. М.** Инновационное развитие Республики Беларусь: итоги, проблемы и перспективы / Д. М. Крупский // Экономический бюллетень. – 2015. – № 4. – С. 4–6.

А. В. ШИЛОВ

Научный руководитель А. Б. СОТСКИЙ, д-р физ.-мат. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А. А. Кулешова»
Могилев, Беларусь

Интерес к капиллярным волокнам обусловлен их уникальными электродинамическими свойствами. В частности, благодаря брэгговской дифракции электромагнитного излучения в оболочке волокна, представляющей собой двумерный фотонный кристалл, открывается возможность передачи излучения по полой воздушной сердцевине. Данное свойство позволяет передавать лазерное излучение любой интенсивности без повреждения материала волокна и проводить нелинейную спектроскопию газов, заполняющих сердцевину. Особый интерес капиллярные волокна с полой сердцевиной представляют для транспортировки излучения терагерцового (ТГц) диапазона частот в системах безопасности и медицинской диагностики, поскольку все известные материалы (кроме сухого воздуха) сильно поглощают ТГц волны. Из экспериментов известно, что моды капиллярных волокон с полой сердцевиной обладают высокой чувствительностью к вариациям параметров волокна, что открывает возможность использования их в качестве газоанализаторов, датчиков давления, температуры и т. д. Однако теория данных волокон практически не разработана. Настоящий доклад посвящен восполнению данного пробела.

Подробно исследованы модовые характеристики полимерных волокон, выполненных из полипропилена с различным числом капилляров, плотно примыкающих друг к другу и к покрытию. Расчеты выполнены с использованием строгого метода функций Грина, обеспечивающего выполнение условий Зоммерфельда для дальних полей мод. Показано, что существует оптимальная толщина стенок капилляров, минимизирующая эффект вытекания излучения из воздушной сердцевины волокна. Эффект оптимизации объяснен путем анализа диаграмм излучения мод. Исследован сенсорный эффект влияния на затухание мод окружающей среды и металлизации внешней границы волокна. Выполнено сопоставление расчетов с экспериментальными данными для монокапиллярных и мультикапиллярных волокон.

Работа выполнена при поддержке Государственной программы научных исследований Республики Беларусь “Фотоника, опто- и микроэлектроника 1.3.03” и гранта БРФФИ F15R-138.

С. З. ЗАЛУЦКИЙ, С. В. СИНИЙ
ТЕРНОПОЛЬСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. И. Пулюя
ЛУЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Тернополь, Луцк, Украина

При транспортировке шнеками сыпучих сельскохозяйственных материалов наблюдается значительное их травмирование вследствие попадания частиц материала между неподвижной внутренней поверхностью кожуха и внешней вращающейся поверхностью шнекового рабочего органа. Решению этой проблемы посвящено множество научных работ, в частности – за счет осевого отвода перегруженного шнека [1], оптимизации конструктивно-кинематических параметров рабочего органа [2], обеспечения плавного перехода потока материала между магистралями [3]. При этом кардинальным способом решения данной проблемы является крепление к несущему жесткому ребру шнека, в котором предварительно по всей длине выполнены отверстия, эластичных секторов, радиус вращения которых больше чем радиус вращения несущего шнека (патенты Украины №80414, №101095).

Проведенные экспериментальные исследования на разработанном стенде (Патент Украины №108782) показали следующие результаты.

Использование эластических накладок на поверхности ребра шнека в сравнении с жестким шнеком обеспечивает снижение степени травмирования зернового материала, которое для частоты вращения шнекового рабочего органа 100–400 об/мин, составляет 1,55–3,0 раза, а для углов наклона шнекового рабочего органа к горизонту 0...40° составляет 1,63–4,0 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Hevko, R. B.** The investigation of the process of a screw conveyer safety device actuation / R. B. Hevko, O. M. Klendiy // INMATEH: Agricultural engineering. – 2014. – Vol. 42, № 1. – pg.55–60.
2. **Hevko, R. B.** Mathematical model of the pneumatic-screw conveyor screw mechanism operation / R. B. Hevko, V. O. Dzyura, R. M. Romanovsky // INMATEH: Agricultural engineering. – 2014. – Vol. 44, № 3. – pg.103–110.
3. **Hevko, R. B.** Investigation of a transfer branch of a flexible screw conveyer / R. B. Hevko, M. B. Klendiy, O. M. Klendiy // INMATEH: Agricultural engineering. – 2016. – Vol. 48, № 1. – pg.29–34.

УДК621.833
АНАЛИЗ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ПОГРЕШНОСТИ ПРЕЦЕССИОННОЙ
ПЕРЕДАЧИ ПРИ СМЕЩЕНИИ ОСЕЙ ВРАЩЕНИЯ КОЛЕС

Р. А. КАЛЕНТИОНОК, Е. Г. КРИВОНОГОВА
Научные руководители С. Н. ХАТЕТОВСКИЙ, канд. техн. наук, доц.;
П. Н. ГРОМЫКО, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Смещение осей вращения колес зубчатой передачи может произойти по целому ряду причин: погрешности сборки, упругие деформации валов и податливость опор. Зубчатые колеса могут быть изготовлены с высокой точностью, а также могут быть собраны в передачу с погрешностями, укладываемыми в стандартные допуски. Но при эксплуатации под допустимыми по критерию прочности нагрузками оси вращения колес данных зубчатых передач всегда будут претерпевать некоторые смещения. Эти смещения приводят к нарушению теоретически точного зацепления, что, в свою очередь, приводит к колебанию передаточного отношения с течением времени, т. е. к увеличению кинематической погрешности. При анализе кинематической погрешности прецессионная передача может рассматриваться как цилиндро-коническая передача. Если в основу прецессионной передачи положено центральное колесо с зубьями в виде роликов, то мы сталкиваемся с отсутствием методики аналитического определения кинематической погрешности, если не брать в рассмотрение достаточно сложную общую для большинства зубчатых передач методику, описанную, например, в трудах проф. Ф. Л. Литвина. Данная общая методика может быть существенно упрощена для случая прецессионной передачи. Если условие контакта зубчатых поверхностей центрального колеса и сателлита, в т. ч. при смещении осей вращения этих колес, выразить через моменты векторов единичных нормалей относительно указанных осей, то методика оценки кинематической погрешности принимает достаточно простую и удобную форму. Условие контакта зубчатых поверхностей центрального колеса и сателлита можно выразить следующим образом: точки зубчатых поверхностей центрального колеса и сателлита могут войти в контакт в данный момент времени, если в каждой из этих точек вектор единичной нормали к соответствующей зубчатой поверхности создает один и тот же момент относительно оси вращения любого колеса.

УДК 620.179
ОСОБЕННОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ ТРЕЩИН
В РОТОРАХ ПАРОВЫХ ТУРБИН

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

В роторах паровых турбин под действием статических и динамических нагрузок возможно образование поперечных (кольцевых) дефектов в виде трещин, зарождающихся на наружной поверхности в зонах радиусных переходов и перед ними, а также трещин в объеме за галтельным переходом под подшипником. Такие дефекты, в основном, ориентированы в поперечном сечении ротора, и их выявление затруднено без полной разборки узлов. Предусмотренные существующими нормативными документами схемы прозвучивания роторов турбин эхо-методом с торцевых поверхностей с применением прямых преобразователей с частотой 2–4 МГц, а также по цилиндрической поверхности ротора и с поверхностями дисков с применением наклонных преобразователей с углами ввода 35–70° и частотой 2–5 МГц не обеспечивают достоверное выявление опасных дефектов.

Установлено, что целесообразно использование поверхностных волн для обнаружения трещин. Трансформация волн Рэлея на выступах валов в краевую поперечную волну обеспечивает формирование акустического поля в зоне контроля, при котором происходит практически нормальное падение волн на поверхность поперечной трещины. Направление смещения частиц и малая длина волны обуславливают высокую отражательную способность поперечной волны. Рекомендуется использовать рабочие частоты преобразователя 1,8–5 МГц. При этом наилучшие результаты обеспечивают преобразователи с переменным углом ввода, которые можно быстро настроить на максимальную амплитуду опорного сигнала.

Предложенные схемы и методика позволяют контролировать объекты с радиусными переходами, выявлять дефекты в виде несплошностей, расположенные за галтельным переходом валопровода турбин, обеспечивая чувствительность контроля до 10–15 мм² для наиболее опасных дефектов вида поперечных трещин. При этом роторный узел турбины можно не подвергать демонтажу, устанавливая преобразователь на цилиндрической части ротора перед подшипниковым узлом. В качестве преобразователей предлагается применять серийно выпускаемые пьезоэлектрические преобразователи с переменным углом ввода, изготовленные по схеме с неизменной точкой выхода, например, П121-1,8-0/90-14.

О. С. СЕРГЕЕВА

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

В результате известных исследований [1] установлено, что в процессе ТВЧ-закалки, цементирования и др. наблюдается возрастание твердости поверхностного слоя стальных изделий на десятки процентов. При этом плотность металла в закаленном слое уменьшается до величины $\sim 0,8\%$, а скорость поверхностных акустических волн – на $\sim 3\%$. В данной работе проведены исследования по установлению взаимосвязи между амплитудно-угловыми параметрами возбуждаемых поверхностных акустических волн и глубиной упрочненного слоя h .

Установлено, что использование излучающих пьезоэлектрических преобразователей с фиксированным углом призмы β и настроенным на максимум излучаемой амплитуды при $h \rightarrow 0$ приведет к существенному падению амплитуды волны на 10–15 дБ, что оказывает значимое влияние на точность измерений времени или скорости распространения поверхностных акустических волн.

Предлагается использовать амплитудно-угловой способ оценки глубины упрочненного слоя h . При этом, чтобы упростить измерительное устройство, в качестве излучателя и приемника поверхностных акустических волн используется только один пьезоэлектрический преобразователь, работающий в режиме эхо при одном или двух фиксированных углах падения волны на объект. При этом конструкция с угловой установкой пьезоэлектрического преобразователя (или угла призмы) достаточно проста и надежна. Для настройки опорного сигнала в процессе измерений в конструкцию устройства введено отражательное устройство, использование которого позволяет практически, в 1,5 раза снизить погрешность измерения глубины упрочненного слоя по данным скорости поверхностных акустических волн.

Предложенные схемы и методика оценки глубины упрочненного слоя с использованием поверхностной упругой волны, предполагают выполнение нескольких операций: выбор параметров контроля, необходимой аппаратуры, построение градуировочной характеристики на контрольных образцах, проведение сравнительных измерений и оценка результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баев, А. Р. Ультразвуковой метод анализа поверхностного упрочнения металлических изделий / А. Р. Баев, А. Л. Майоров, М. А. Тищенко // Литье и металлургия. – 2010. – № 4. – С. 167–171.

А. В. ЛЕМНИЦКАЯ

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

Существуют различные методы расчета геометрических, кинематических и силовых параметров исполнительных механизмов. В работе [1] предложены формулы для расчета кинематических характеристик исполнительного механизма, совершающего сферическое движение. Рекомендовано сравнить методику их расчета с использованием углов Эйлера и матричным методом.

Рассмотрим кинематические параметры исполнительного механизма, совершающего сферическое движение. На головке исполнительного механизма выберем точку M . Для задания её положения относительно неподвижной системы координат следует задать положение подвижной системы координат относительно неподвижной. Для этой цели используем углы Эйлера, три независимых параметра – углы прецессии, нутации и собственного вращения. При сферическом движении для определения проекций скорости точки, на подвижные и неподвижные оси координат, используются кинематические уравнения и формулы Эйлера.

При матричном методе расчета кинематических характеристики исполнительного механизма дифференцированием текущих координат определяются проекции скорости точки на неподвижные оси координат. С использованием транспонированной матрицы определяются проекции скорости точки на подвижные оси координат. При составлении матрицы используются углы прецессии, нутации и собственного вращения. Установлено, что расчет кинематических характеристик матричным методом значительно проще по сравнению с использованием расчетных формул при сферическом движении исполнительного механизма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лемницкая, А. В. Расчет кинематических характеристик исполнительного механизма с использованием углов Эйлера / А. В. Лемницкая, А. В. Локтионов // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности : материалы междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2014. – С. 44.

УДК 621.83.06

РЕДУКТОР СО СФЕРИЧЕСКОЙ РОЛИКОВОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ

Е. С. ЛУСТЕНКОВА, М. В. РАЗГОНОВ

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

Разработана конструкция сферической передачи с промежуточными телами качения. Ее отличительной особенностью является фиксация положения тел качения (роликов) на одном из звеньев (генераторе) с возможностью вращения роликов относительно собственных осей. Ролики, расположенные равномерно на поверхности генератора, контактируют с замкнутой периодической беговой дорожкой, образованной торцовыми кулачками, закрепленными в корпусе. При вращении роликов скольжение частично заменяется качением, что снижает потери мощности. Диапазон реализуемых передаточных отношений в одной ступени составляет 3...15. При передаваемых мощностях до 3 кВт, диаметр корпуса передачи не превышает 150 мм.

Разработана компьютерная модель передачи в системе Siemens NX, рабочая документация на детали редуктора с передаточным отношением $i = 6$. Редуктор был изготовлен и собран, испытания подтвердили его работоспособность при частотах вращения до 3000 мин⁻¹. Реализация в металле инновационной разработки стала возможна благодаря применению обрабатывающего центра HAAS.

Предлагаемая сферическая роликсовая передача обладает следующими преимуществами по сравнению с аналогами:

– низкая материалоемкость и высокая нагрузочная способность. В отличие от большинства конструкций зубчатых планетарных передач, нагрузку одновременно передают не одна или несколько пар зубьев, а, теоретически, все тела качения, число которых равно передаточному отношению;

– благодаря закреплению осей роликов на генераторе повышается жесткость системы, устраняется возможность заклинивания редуктора из-за перекоса осей тел качения.

Недостатками являются повышенные требования к точности изготовления и сборки, от которых зависит равномерность распределения нагрузки по потокам. Также необходимо проектировать устройство для передачи вращательного движения со сферически движущегося генератора на ведомый вал передачи.

В целом, предлагаемая передача может составить конкуренцию одноступенчатым планетарным зубчатым редукторам, разработанным по схеме 2К-Н по показателю передаваемой мощности, отнесенной к массе механизма в указанном диапазоне передаточных отношений.

УДК 620.179

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НЕФТЕПРОВОДОВ ПРИ РЕМОНТЕ

А. Н. ПРУДНИКОВ, П. А. ПОДУГОЛЬНИКОВ

Научный руководитель *В. Л. ВЕНГРИНОВИЧ, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Государственное научное учреждение
*«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»
Могилев, Минск, Беларусь

Граничные условия закрепления концов провисающей части трубопровода являются серьезным препятствием получения адекватной модели механических напряжений в трубопроводе с помощью метода конечных элементов (МКЭ).

Данного недостатка лишены физические методы определения напряжений, позволяющие учесть влияние на напряженно-деформированное состояние (НДС) трубопровода всех воздействующих на него нагрузок.

Так, при проведении измерений НДС трубопровода на нефтепроводе ОАО «Гомельтранснефть Дружба», был экспериментально зафиксирован результат изгиба трубопровода вверх (измеренный прогиб в центре на длине 14 м составил 80 мм) после его вскрытия, который объясняет просадкой и вспучиванием грунта в местах заземления нефтепровода, а также смещением по вертикали точек закрепления концов подвисяющей части трубопровода грунтом.

Модель напряженно-деформированного состояния участка трубопровода с фиксированными торцами на обоих концах и испытывающего нагрузки от внутреннего давления, веса материала самой трубы, веса перекачиваемого продукта и веса грунта не позволяет адекватно представить распределение напряжений в трубопроводе для представленного случая. Расчеты МКЭ необходимо производить с учетом податливости грунта в опорах, что подтвердилось измерениями, выполненными с использованием метода эффекта Баркгаузена.

Результаты моделирования и измерений НДС на свободном от грунта участке трубопровода показали, что граничные условия закрепления концов свободного участка, лежащих на одном горизонтальном уровне, существенно меняют геометрию и картины распределения осевых и кольцевых напряжений. Смещение закрепленных концов в вертикальной плоскости может приводить даже к изменению знака кривизны трубы с вогнутого на выпуклый. Это сопровождается перераспределением осевых напряжений, вплоть до появления участков сжимающих напряжений по нижней образующей.

$$\begin{cases} V_1 = k(\sigma_1) + h(\sigma_2) \\ V_2 = k(\sigma_2) + h(\sigma_1) \end{cases}$$

где V_1 , и V_2 – магнитные шумы при расположении датчика вдоль главных напряжений σ_1 и σ_2 соответственно; $k(\sigma)$ и $h(\sigma)$ – функции преобразования в магнитный шум напряжения σ , направленного вдоль и перпендикулярно оси датчика соответственно.

Решением системы уравнений находят калибровочную зависимость магнитного шума от напряжений, применимую для определения двухосного напряженного состояния.

С целью валидации предлагаемого способа проведены эксперименты на двух различных цилиндрических и крестообразных образцах (рис. 1).

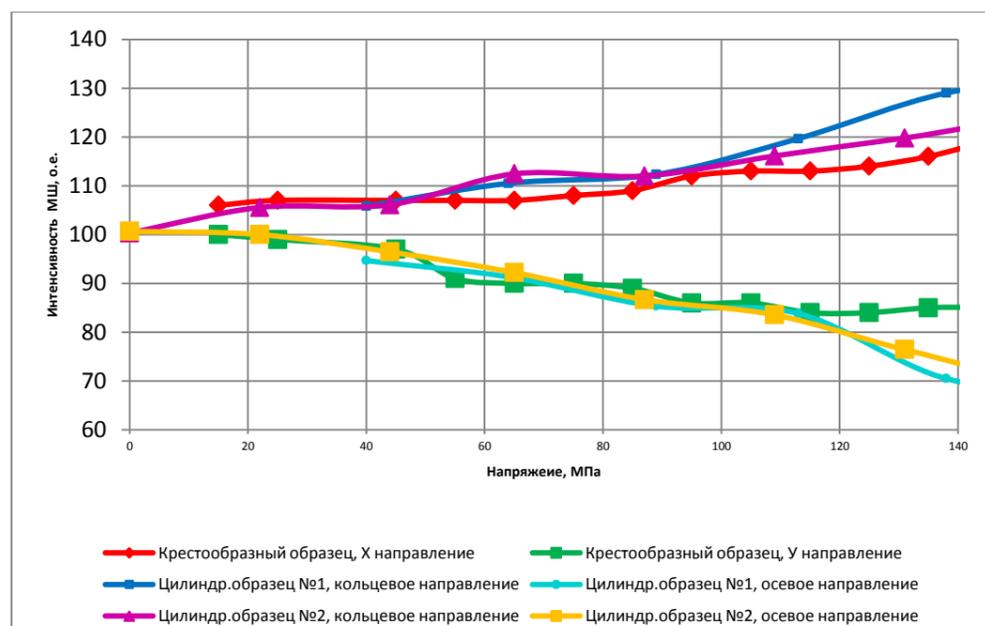


Рис. 1. Результаты валидации двухосной калибровки датчика на цилиндрических образцах

Таким образом, предлагаемая методика является упрощенным методом решения обратной задачи восстановления главных напряжений при двухосном напряженном состоянии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sablik, M. J. Modeling the Effects of Biaxial Stress on Magnetic Properties of Steels with Application to Biaxial Stress NDE / M. J. Sablik // Nondestructive Testing and Evaluation. – 1995. – Vol. 12. – No. 2. – P. 87–102.
2. Венгринович, В. Л. К вопросу о неразрушающем контроле двухосного напряженного состояния / В. Л. Венгринович, Д. В. Дмитриевич // Контроль. Диагностика. – 2010. – № 2. – С. 44–48.

УДК 621.83 РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ РУЧНОГО ПОДЪЕМНО-ТЯГОВОГО МЕХАНИЗМА

А. С. МАКАРЕВИЧ, Р. С. ВОЛК

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

Разработка конструкции ручного подъемно-тягового механизма (РПТМ) с роликовой прецессионной передачей производилась в соответствии с техническими условиями ТУ ВУ 700192199.002-2008.

На рис. 1 показана конструкция РПТМ со сферическими подшипниками в положении эксцентриковой втулки относительно приводного вала, когда ось этой втулки имеет максимальное значение эксцентриситета относительно оси вращения приводного вала. Это обеспечивает взаимодействие зубчатых венцов барабана с конической частью роликов.

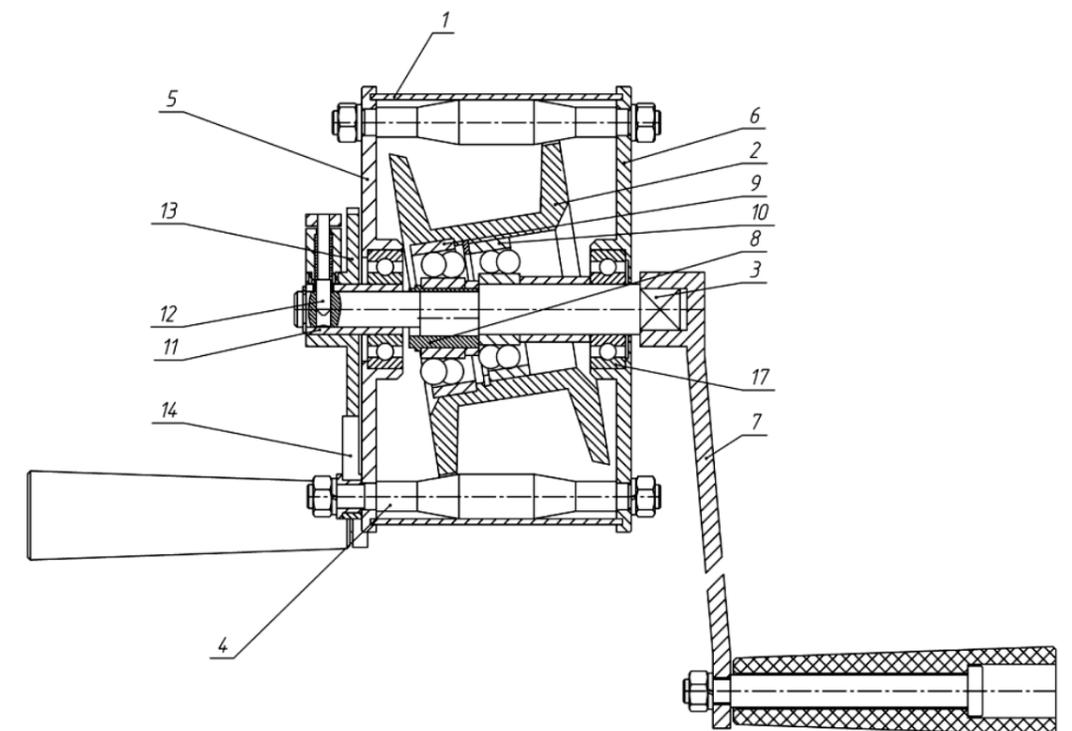


Рис. 1. Конструкция РПТМ со сферическими подшипниками для аварийно-спасательного устройства: 1 – защитная крышка корпуса; 2 – барабан; 3 – приводной вал; 4 – конические ролики; 5, 6 – крышки корпуса; 7 – рукоятка; 8 – эксцентриковая втулка; 9, 10 – сферические подшипники; 11 – втулка; 12 – стопорный стержень; 13 – храповое зубчатое колесо; 14 – собачка; 15 – подшипник

РПТМ работает следующим образом. Вращение от рукоятки 7 передается на приводной вал 3. В угловом положении эксцентриковой втулки 8 относительно приводного вала 3, когда их эксцентриситеты суммируются, ось эксцентриковой втулки 8 имеет максимальное значение эксцентриситета относительно оси вращения приводного вала 3, что обеспечивает взаимодействие зубчатых венцов барабана 2 с конической частью роликов 4 (рис. 1). Вращение приводного вала 3, благодаря наличию эксцентриситета оси эксцентриковой втулки 8 и двух сферических подшипников 9 и 10, преобразуется в колебательные движения барабана 2. Зубчатые венцы, выполненные на ребрах барабана 2, взаимодействуют с конической частью роликов 4. Благодаря данному взаимодействию барабан 2 получает вращательное движение вокруг своей оси, что приводит к наматыванию на поверхность барабана 2 закрепленного на нем каната. Для осуществления более плотной намотки каната на барабан 2 даже в случае, когда на канате нет натяжения, используется прижимное устройство. Т. е. канат, находящийся между подпружиненными планками с помощью упругого элемента (пружины), не имеет возможности находиться в свободном, т. е. в ненапрянутом состоянии, на барабане 3, что способствует более плотной укладке каната на барабане 3. Для предотвращения самопроизвольного разматывания каната используется храповой механизм. Приводной вал 3, благодаря закрепленному на нем храповому зубчатому колесу 13 и собачке 14, размещенной на корпусе крышки 5, имеет вращение только в направлении в сторону, обеспечивающую намотку каната на барабан 2. В случае необходимости опускания груза имеется возможность вывода собачки 14 из зацепления с храповым зубчатым колесом 13.

Разработана методика определения КПД РПТМ с роликовым прецессионным зацеплением основана на методике определения потерь мощности в передачах с промежуточными телами качения.

КПД механизма определится по формуле

$$\eta = \frac{M_2 \cdot \omega_2}{M_2 \cdot \omega_2 + L},$$

где M_2 – крутящий момент, реализуемый на выходном валу РПТМ; ω_2 – угловая скорость выходного вала.

Предложена структурная схема планетарной прецессионной передачи с коническими роликами, обеспечивающая повышение эксплуатационных характеристик лебедки подъемно-тягового аварийно-спасательного устройства грузоподъемностью 500 кг (снижение массы более чем в 2,5 раза, габаритных размеров – в 2 раза) по сравнению с выпускаемым серийно аналогом RUP 503 производства фирмы «Protect» (Польша).

УДК 620.179
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЛИБРОВОЧНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ МАГНИТНОГО ШУМА БАРКГАУЗЕНА ПРИ ДВУХОСНОМ НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ

А. Н. ПРУДНИКОВ, П. А. ПОДУГОЛЬНИКОВ

Научный руководитель * В. Л. ВЕНГРИНОВИЧ, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Государственное научное учреждение
* «ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»
Могилев, Минск, Беларусь

Для практического использования методики количественного неразрушающего контроля напряженно-деформированного состояния методом магнитных шумов Баркгаузена на реальных объектах используют один из следующих методов определения калибровочной зависимости:

- метод построения калибровочных кривых с использованием на эталонных образцах изгибной схемы нагружения;
- метод построения калибровочных кривых при испытаниях стандартных образцов в режиме «растяжение – сжатие»;
- метод построения двухосных калибровочных зависимостей с помощью крестообразных образцов [1].

Первые два являются наиболее простыми методами построения градуировочных кривых и не требуют для реализации сложных установок. Однако, оценка двухосного напряженно-деформированного состояния по одноосным калибровочным характеристикам, без учета обеих главных компонент напряжений, вносит огромную неопределенность в результаты измерения напряжений, причем, ошибка может быть даже в знаке [2].

Двухосные калибровочные зависимости представляют собой набор коррелированных значений четырех величин, а именно, значений главных напряжений и величин магнитного шума в этих направлениях, полученных с помощью крестообразных образцов. Этот метод является наиболее точным, но значительно сложнее в исполнении и требует больших временных затрат.

Для упрощения выполнения двухосной калибровки предлагается использовать цилиндрический (трубный) образец, в котором кольцевые и осевые напряжения в точках измерения изменяются за счет поднятия внутреннего гидравлического давления. Измерения интенсивности магнитного шума следует осуществлять в двух взаимно перпендикулярных направлениях, совпадающих с главными двухосными напряжениями в стенке образца (кольцевом и осевом).

Для такой схемы измерения можно записать систему уравнений:

УДК 163.01
ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОЧНОСТИ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ПАРАМЕТРОВ ПЕЧАТНОГО ОТТИСКА

О. Г. ПАВЛЮКОВА, В. С. ВОЛОБУЕВ, В. В. ГОРЖАНОВ
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

При изготовлении продукции формирования изображения на оттиске преследует цель воспроизвести средствами полиграфии по возможности точную копию оригинала. Соответствие (адекватность) копии оригиналу характеризуют показателями или критериями качества печатного изображения. Оценка качества проводится путем сопоставления эталона и тиражного оттиска. При этом наибольший вклад в качество оттиска вносит качество самой бумаги. На сегодняшний день не существует максимально быстрого метода для определения соответствия бумаги тем параметрам печатного процесса, которые существуют на предприятии.

Предложено, в качестве одного из способов определения качества бумаги, использовать предварительное ее запечатывание на струйном принтере с использованием специально разработанной шкалы и анализом печатного изображения. Оценку печатного оттиска проводили по показателям оптической плотности оттиска и контраста печати для четырех основных цветов: черного, голубого, красного и желтого. Запечатывание проводили на принтере Epson Stylus Pro WT7900 со встроенным спектрофотометром.

Результаты были получены на четырех уровнях диапазона измерений по пяти испытаний на каждом уровне в условиях промежуточной прецизионности (в одной лаборатории, одним оператором, в разное время) по 10 параллельных опытов в каждом испытании в короткий промежуток времени (условия повторяемости). Под уровнями понималась бумага для офсетной печати различного качества: офсетная впитывающая, офсетная, мелованная и пленка с подложкой.

Расчет показал, что значения СКО воспроизводимости и повторяемости составили, соответственно, для показателя оптической плотности 1,4 и 1,5 % – в диапазоне от 0,9 до 1,8 Б, а для показателя контраст печати 1,2 и 1,5 % – в диапазоне от 0,4 до 1,8. Такой уровень показателей точности позволяет применять данную методику как для сопоставительного анализа готовой бумаги, так и для контроля ее качества в процессе производства.

УДК621.83.06
К ОЦЕНКЕ НАГРУЖЕННОСТИ ЗВЕНЬЕВ ШАРИКОВЫХ
РАДИАЛЬНО-ПЛУНЖЕРНЫХ РЕДУКТОРОВ

А. М. ПАШКЕВИЧ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Момент на ведомом валу планетарного редуктора M_B равен алгебраической сумме моментов на ведущем валу M_A и заторможенном звене M_e , т. е. $M_B = M_A \pm M_e$.

Здесь и далее верхний и нижний знаки соответствуют конструктивным исполнениям редукторов с количеством шаровых плунжеров $z_2 + 1$ и $z_2 - 1$.

Моментам M_A , M_B и M_e часто будем присваивать индексы по номеру соответствующего звена. Так, если ведущим является звено 1, то момент M_A будем обозначать M_1 , если ведомым является звено 3, то M_B будем обозначать M_3 и если заторможено звено 2, то M_e будем обозначать M_2 .

Момент M_1 можно выразить через мощность P_1 на ведущем валу и частоту его вращения ω_1 , т. е. $M_1 = P_1 / \omega_1$, а момент M_3 с учетом КПД редуктора η можно представить соотношением $M_3 = P_1 \eta / \omega_3$, которое с учетом передаточного отношения $U = \omega_1 / \omega_3$ принимает вид $M_3 = P_1 \eta u / \omega_1 = M_1 \eta u$. Отсюда следует, что $M_2 = M_1 (\eta u - 1)$.

Моменты на звеньях редукторов второго класса будем определять по следующим соотношениям:

$$M_B = M_A u_{AB}^e; M_e = M_A (u_{AB}^e - 1); M_{e1} = M_A (u' - 1); \\ M_{e2} = M_A (u_{AB}^e - u'); M_d = M_A u',$$

где u_{AB}^e – передаточное отношение редуктора второго класса; u' – передаточное отношение первого планетарного ряда, определяемое по формулам, соответствующим принятой схеме ряда; M_{e1} и M_{e2} – моменты на заторможенном звене первого и второго рядов соответственно; M_d – момент на вспомогательном звене, связывающем первый и второй планетарные ряды.

УДК 621.83.06
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИАЛЬНОЙ КОМПОНОВКИ ШАРИКОВЫХ
РЕДУКТОРОВ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ОСЕВЫХ РАЗМЕРОВ

А. М. ПАШКЕВИЧ

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

Использование указанной в заголовке задачи уменьшения осевых размеров за счет радиальной компоновки шариковых редукторов представляется весьма серьезной задачей. Особенно это важно при проектировании приводов машин и механизмов с редукторами преимущественно второго класса.

В этом случае радиальная компоновка шарикового редуктора состоит из двух ступеней. Первая из них содержит ведущее звено (вал) с неподвижно закрепленном на нем эксцентриком. При вращении ведущего вала вращательное движение передается на эксцентрично выполненное центральное колесо с количеством зубьев Z_2 , равном в зависимости от количества шариков n ($n = Z_2 - 1$ или $n = Z_2 + 1$). Сепаратор первой ступени заторможен на корпусе, а центральное колесо этой ступени является ведущим звеном второй ступени редуктора, сепаратор которой связан с ведомым валом двухступенчатого редуктора.

Как видно из описанной кинематической схемы двухступенчатого шарикового редуктора, его передаточное отношение определяется произведением передаточных отношений планетарных ступеней. В соответствии с этим положением

$$U_{AB} = U' \cdot U'' ,$$

где U' и U'' – передаточные отношения для первой и второй планетарных ступеней, составляющих кинематическую схему.

Следовательно, передаточное отношение двухступенчатого радиально-плунжерного шарикового редуктора будет определяться соотношением

$$U_{AB} = (1 \pm z_2') (1 \pm z_2'') .$$

Проведенные исследования позволили также получить новые результаты и доказать, что КПД двухступенчатых радиально-плунжерных редукторов для передаточных отношений от единиц до тысяч несколько выше КПД червячных редукторов и ниже КПД планетарных зубчатых редукторов.

УДК 620.179.13.05
ОПТИМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ДОРОЖНЫХ
ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ ТЕПЛОВИЗИОННОГО КОНТРОЛЯ

И. С. МЕЛЬНИКОВА

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

Выявление поверхностных дефектов дорожных покрытий, возникших в результате превышения допустимых механических или температурных напряжений, осуществляется различными методами, например, визуально-оптическим методом и лазерным сканированием. Проведенные исследования показали целесообразность и некоторые преимущества использования метода термографии: с высоким контрастом выявляются дефекты на ранней стадии их возникновения, например, трещины шириной раскрытия до 1 мм (заполненные песком и чистые) в верхней зоне слоя покрытия, которые проявляются как неоднородности на термограммах.

Для определения оптимальных условий выявления поверхностных дефектов были проведены исследования на участке автомобильной дороги с асфальтобетонным покрытием в г. Могилеве с поверхностными трещинами трех типов: шириной раскрытия до 1 мм; шириной раскрытия 2 мм, очищенной от песка и шириной раскрытия 3 мм, неочищенной. Наблюдения проводились весной и в летние месяцы года, в солнечную и дождливую погоду. Изображения были получены с помощью тепловизора FLIR T440. Съемка производилась каждый час в течение суток.

По полученным термограммам была установлена взаимосвязь между условиями проведения съемки и выявляемостью поверхностных дефектов, проанализирована связь температуры окружающего воздуха, покрытия и дефекты.

Исследования показали, что с использованием, указанной выше, инфракрасной камеры с высоким контрастом выявляются дефекты дорожного покрытия если: съемку производить в сухую погоду в мае (наилучший контраст – с 10:00 до 16:00 для заполненных песком трещин, с 8:00 до 16:00 – для очищенных), в июне (с 8:00 до 24:00), в июле (с 8:00–9:00 до 22:00–05:00 для заполненных песком и чистых трещин), в августе (с 8:00 до 23:00). При проведении съемки в дождливую погоду наблюдалось выравнивание температуры «поверхность–дефект», затем выявлялось незначительное снижение температуры дефекта, что не позволяло получить высокий его контраст на термограмме. Улучшить выявление дефектов асфальтобетонных дорожных покрытий можно предварительным нагревом покрытия, а продлить время проведения съемки можно за счет очистки дефектного покрытия.

Ю. А. МЕЛЬНИК, *А. В. МЕЛЬНИК, П. О. СУНАК
ЛУЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
*ВОСТОЧНОЕВРОПЕЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Л. Украинки
Луцк, Украина

Во многих задачах РЭМ-микроскопии возникает необходимость анализа разномасштабных РЭМ-изображений. Определение соответственных элементов изображений таких снимков без ручной идентификации – одна из главных задач автоматизации.

Для автоматической сегментации сопряженных областей на разномасштабных РЭМ-изображениях предлагается использовать в качестве характеристических признаков формы дескрипторы Уолша границ выделенных областей:

$$\vec{a} = \frac{1}{N} \left(Wal \right)_{i,j=1}^N \vec{f},$$

где $\vec{a} = (a_0, a_1, \dots, a_{N-1})^T$ – вектор-столбик коэффициентов разложения функции в ряд Уолша; $\vec{f} = (f(0), f(T/N), f(2T/N), \dots, f((N-1)T/N))^T$ – вектор-столбик значений функции $f(t)$ в точках разбиения отрезка $[0, T]$; $\left(Wal \right)_{i,j=1}^N$ – матрица, соответствующая набору первых $N = 2^r$ функций Уолша.

Границы областей исходного изображения переводятся в границы сопоставимых изображений при помощи линейного преобразования, которое является суперпозицией параллельного переноса, поворота и масштабирования.

В качестве меры идентичности пары сопоставляемых замкнутых кривых берется целевая функция: $C_{12} = \min_{t_0 \in [0, T]} \sum_{i=0}^{N-1} (\alpha a_i^1 - a_i^2(t_0))^2$, где α, t_0 – параметры преобразования.

Если имеется несколько областей сегментации в общей части перекрывающихся изображений, то отождествление их границ, основанное лишь на критериях подобия формы, ненадежно. В этом случае рекомендуется целевая функция вида: $F(V) = c_1 f_1(V) + c_2 f_2(V)$, где c_1, c_2 – весовые коэффициенты, которые подбираются для определения оптимального решения задачи; $f_1(V) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n v_{ij} C_{ij}$, $f_2(V) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^n v_{ij} \cdot W_{(ij,kl)} \cdot v_{kl}$. Минимизацию функции можно выполнить с помощью современных методов нейронных сетей, либо в случае небольшого количества областей сегментации, простым перебором всех возможных матриц v состояния идентификации. Экспериментально подтверждается оптимальность процедуры идентификации областей сегментации РЭМ-изображений.

А. А. ПОВАРЕНКОВА
Научный руководитель Л. В. КОНЧИНА, канд. физ.-мат. наук, доц.
Ф-л федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»
Смоленск, Россия

В настоящее время основным видом транспортировки нефтепродукта является трубопроводный. Подземный магистральный трубопровод прокладывают на глубине 0,8–1 метра до верхней образующей трубы.

Под влиянием почвы происходит естественный изгиб трубопровода, то есть поворот оси трубопровода в вертикальной или (и) горизонтальной плоскости.

Для прилегания трубопровода к дну траншеи профиль дна траншеи примем в соответствии с упругой линией трубопровода, которая определяется граничными условиями, поперечной нагрузкой и ее распределением [1].

Трубопровод можно рассматривать как стержень трубчатого сечения из упругого материала. Податливостью основания пренебрегаем и считаем его абсолютно жестким.

Дифференциальное уравнение упругой линии трубопровода [2,3]:

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = -\frac{M}{EJ}, \quad (1)$$

где EJ – жесткость трубопровода; M – изгибающий момент.

В работе исследуется влияние центробежных сил на изгиб трубопровода.

Достаточно определить граничные условия для того, чтобы для данной модели трубопровода определить перемещения, а также длину волны изгиба трубопровода и наибольшую интенсивность поперечной распределенной нагрузки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Айнбиндер, А. Б.** Расчет магистральных трубопроводов: справ. пособие / А. Б. Айнбиндер. – М. : Недра, 1991. – 287 с.
2. **Пономарев, К. К.** Составление дифференциальных уравнений / К.К. Пономарев. – Минск : Выш. шк., 1973. – 560 с.
3. **Саргсян, А.Е.** Строительная механика. Основы теории с примерами расчетов / А. Е. Саргсян [и др.]. – М. : Высш. шк. – 416 с.

А. П. ПРУДНИКОВ

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

Главными преимуществами передач с промежуточными телами качения по сравнению с зубчатыми являются малые габаритные размеры и большое число силовых потоков при передаче нагрузки. Следствием конструктивных особенностей передачи, вызванным данными преимуществами, являются малые промежутки между соседними телами качения, которые располагаются в пазах ведомого вала и вдоль многопериодной беговой дорожки. Силы, возникающие при передаче нагрузки через промежуточные тела качения от одних звеньев передачи к другим, вызывают деформацию стенок пазов на ведомом валу и выступов торцовых кулачков, образующих многопериодную беговую дорожку. Величины этих деформаций должны находиться в пределах зазоров между телами качения и узлами редуктора, в которых они базируются, иначе вызванный действующими усилиями прогиб элементов узлов может приводить к заклиниванию тел качения при работе передачи.

В ходе проведенной работы были выведены зависимости для определения величины прогиба стенки между соседними пазами, выполненными на ведомом валу. Анализ полученных зависимостей показал, что основным способом уменьшения прогиба без изменения геометрических параметров передачи является увеличение толщины стенки втулки, являющейся элементом ведомого вала.

Для выступов торцовых кулачков, образующих многопериодную беговую дорожку, определение точной величины прогибов вдоль выступа аналитическим методом не целесообразно, вследствие переменной жесткости выступов по высоте. Соответственно для них была разработана 3D модель, которая позволяет решать данную задачу посредством метода конечных элементов.

Полученный математический алгоритм и модель позволяют, исходя из геометрических параметров передачи и требуемой нагрузочной способности, определять необходимую величину ширины пазов, выполненных на ведомом валу, и обеспечивать при сборке торцовых кулачков, образующих многопериодную беговую дорожку, необходимый зазор при установке промежуточных тел качения в указанной беговой дорожке, что позволяет в итоге предотвратить заклинивание передачи при работе.

Ю. А. МЕЛЬНИК, * А. В. МЕЛЬНИК, П. О. СУНАК
ЛУЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
*ВОСТОЧНОЕВРОПЕЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Л. Украинки
Луцк, Украина

Границы областей исходного изображения переводятся в границы сопоставимых изображений линейным преобразованием (суперпозиции параллельного переноса, поворота и масштабирования). Границы сопоставляемых областей - функция расстояния от центра масс кривой: $r(t) = \sqrt{(x(t) - x_0)^2 + (y(t) - y_0)^2}$, $t \in [0, T]$ (x_0, y_0 и T - координаты центра масс и длина кривой, t - естественный параметр с соответствующими ему координатами $x(t), y(t)$). Для начальной точки каждой кривой: абсцисса x_0 и ордината наименьшие; радиус-вектор с началом в центре масс кривой направлен противоположно оси ординат. Обход области - против часовой стрелки. Функцию $r(t)$ периодически продолжаем с периодом T , полагая $r(t+nT) = r(t)$, $t \in [0, T]$, n - целое число. Рассмотрим изменение функции $r(t)$ при элементарных линейных преобразованиях. Параллельный перенос кривой за вектором $(\Delta x, \Delta y)$ функцию $\tilde{r}_{nep}(t)$ трансформированной кривой не изменяет: $\tilde{r}_{nep}(t) = r(t)$, $t \in [0, T]$. При повороте кривой на угол θ сдвиг вдоль неё t_0 ; $\tilde{r}_{nos}(t) = r(t - t_0) = \begin{cases} r(t + (T - t_0)), & 0 \leq t \leq t_0 \\ r(t - t_0), & t_0 < t \leq T \end{cases}$, (связь θ и t_0 : $\cos \theta = \frac{(y(0) - y_0) \cdot (y(t_0) - y_0)}{r(0) \cdot r(t_0)}$). При масштабировании: $\tilde{r}_m(t) = \alpha r(t)$, $t \in [0, T]$ (α - соотношение масштабов трансформированного и исходного изображений). Результирующее преобразование кривой с параметрами $(\Delta x, \Delta y)$, θ , α - функция $\tilde{r}(t) = \alpha r(t - t_0)$. Для функций $r_1(t)$, $r_2(t)$ расстояния от центра масс сопоставляемых кривых определяем θ , α , предполагаем $r_2(t) = \alpha r_1(t - t_0)$ и вычисляем первые $N = 2^k$ дескрипторов Уолша функций. Для нулевых дескрипторов Уолша a_0^1, a_0^2 функций $r_1(t)$, $r_2(t)$: $\alpha = \frac{a_0^2}{a_0^1}$. Функционал $C_{12} = \min_{t_0 \in [0, T]} \sum_{i=0}^{N-1} (\alpha a_i^1 - a_i^2(t_0))^2$ характеризует различие формы между оптимально трансформированной кривой первого изображения и сопоставляемой ей кривой второго изображения. Значение t_0 для минимума $\sum_{i=0}^{N-1} (\alpha a_i^1 - a_i^2(t_0))^2$ соответствует оптимальному значению θ . Для пары (i, j) сопоставимых областей определяется C_{ij} и параметры оптимального преобразования θ_{ij} и α_{ij} области i в область j .

УДК 544.2-126

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ
ИОННОИМПЛАНТИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК

В. С. ВОЛОБУЕВ, В. В. ГОРЖАНОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Сегодня нано- и оптоэлектроника развиваются быстро, и как никогда, востребовано создание, внедрение и контроль качества новых композиционных материалов с использованием наноструктурных слоев, создаваемых, в т. ч. и методом ионной имплантации полимерных пленок [1].

Наноструктурированные композиционные металлополимерные пленки были синтезированы имплантацией ионов магнитных и немагнитных металлов железа, серебра и никеля с энергией 40 кэВ в интервале доз $2,5 \cdot 10^{16}$ – $1,5 \cdot 10^{17}$ см⁻², при плотности ионного тока $j=4$ мкА/см², в полиэтилентерефталат. Морфология поверхности контролировалась методами атомной и магнитной силовой микроскопии, а оптические характеристики (пропускание, отражение и экстинкция) – путем их изучения в спектральном диапазоне 350–800 нм. Контроль элементного состава проводился методом электроннозондового рентгеноспектрального микроанализа.

Изучение качественных параметров наноструктурированной поверхности созданных композитов показало наличие конусообразных образований на ней, увеличение таких образований и их размеров, а также образования лабиринтоподобных структур высотой от 40 до 100 нм и шириной основания от 200 до 800 нм. При этом средняя арифметическая шероховатость поверхности, в зависимости от дозы, изменялась от 2 до 18 нм. При имплантации наблюдалось увеличение на поверхности концентрации углерода и уменьшение летучей компоненты кислорода, не менее чем на 10 ат. %. Изучение оптических характеристик показало, что коэффициент экстинкции при имплантации максимальной дозой увеличивается до пяти раз, что обусловлено формированием углеродных и металлических нанокластеров в модифицированном слое полимера. Таким образом, показана возможность комплексного контроля качества металлополимерных нанокompозитов в зависимости от дозы имплантации ионов металла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Popok, V. N.** Compositional and structural alterations of polymers under low-to-medium-energy ion implantation / V. N. Popok // Surface Science Research. – 2005. – chapter 7. – pp. 147–193.

УДК 531.8

ОЦЕНКА МЕТОДОВ РАСЧЕТА МАЛЫХ КОЛЕБАНИЙ
ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА

С. В. РУБИК

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

Исследования по расчету малых колебаний маятника с заданной начальной угловой скоростью его движения при $\dot{\phi} = \dot{\phi}_0 \neq 0$ не проведены. Установлено, что расчетная формула, определяющая закон движения малых колебаний эллиптического маятника с учетом момента инерции, имеет громоздкий вид. Последнее объясняется тем, что центр масс шарика не совпадает с осью подвеса и усложняется формула по расчету кинетической энергии маятника, а, следовательно, и системы в целом.

Если шарик принять за материальную точку, участвующую в сложном движении, то упрощается формула для расчета кинетической энергии шарика и системы в целом и упрощается решение уравнения Лагранжа. При этом значительно упрощается уравнение, выражающее закон движения малых колебаний эллиптического маятника.

При рассмотрении кинетостатического метода расчета уравнения движения малых колебаний маятника с заданной начальной угловой скоростью его движения использована основная форма условий равновесия рассматриваемой механической системы, состоящей из ползуна, шарика и стержня, и принято, что на маятник действуют силы тяжести ползуна и шарика. Для расчета реакции ползуна составлена расчетная схема. Принцип Даламбера используется применительно и к ползуну. Получены уравнение свободных колебаний маятника и закон движения ползуна в зависимости от времени и заданной начальной угловой скорости вращения маятника.

Установлено, что при расчете малых колебаний эллиптического маятника с использованием уравнений Лагранжа не учитываются силы тяжести. Применение принципа Даламбера позволяет упростить методику расчета уравнения движений ползуна и шарика эллиптического маятника.

Предложенный кинетостатический метод расчета малых колебаний эллиптического маятника не требует определения динамической реакции ползуна с использованием дифференциального уравнения движения центра масс системы относительно вертикальной оси. Полученные равенства следует использовать при исследовании малых колебаний эллиптического маятника с учетом сил тяжести.

УДК 631.356.2
РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МАШИН
ДЛЯ УБОРКИ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ

С. В. СИНИЙ, Р. Б. ГЕВКО
ЛУЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕРНОПОЛЬСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
Луцк, Тернополь, Украина

Для повышения функциональных и эксплуатационных показателей машин для уборки корнеклубнеплодов разработаны новые конструкции низкой металлоёмкости с интенсификацией рабочих процессов и щадящего воздействия рабочих органов на корнеклубнеплоды [1]. Разработанные и изготовленные машины прошли лабораторные исследования и производственные испытания [2].

Технические характеристики картофелеуборочной машины: длина – 4035 мм; ширина – 1875 мм; высота – 1930 мм; масса – 1350 кг; ёмкость бункера – 0,75 т; ширина междурядий – 500–700 мм; транспортная скорость – 20 км/час; рабочая скорость – 5,0 км/час; производительность – 0,2 га/час. На основании экспериментальных исследований установлено, что показатели качества выполнения технологического процесса отвечают агротехническим требованиям. При проведении экспериментальных исследований корнеуборочной машины изменялись следующие параметры: рабочая скорость: $V_m = 0,79–1,85$ м/с; скорость движения приёмного транспортера: $V_n = 0,88–1,25$ м/с; угол наклона нижней секции приёмного транспортера: $\alpha = 10–25^\circ$; угол наклона верхней секции приёмного транспортера: $\beta = 50–80^\circ$. За результатами экспериментальных исследований установлено, что минимальные потери корнеплодов $P = 1,28–1,3$ %, их травмирование $T = 3,2–3,3$ % и загрязненность $Z = 7,2–7,6$ % достигаются при следующих конструктивно-кинематических параметрах машины: $V_m = 1,3$ м/с; $V_n = 1,2$ м/с; $\alpha = 15^\circ$; $\beta = 70^\circ$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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

2. Development of design and investigation of operation processes of small-scale root crop and potato harvesters The investigation of the process of a screw conveyor safety device actuation / R. B. Nevko, I. G. Tkachenko, S. V. Synii, I. V. Flonts // INMATEH: Agricultural engineering. – 2016. – Vol. 49 – № 2. – pg. 53–60.

УДК 004.931
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ АНАЛИЗА
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДЕФЕКТОВ

К. О. БЛОХИН
Научный руководитель В. П. МАТЛАХОВ, канд. техн. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Брянск, Россия

В последнее время интенсивно развиваются системы технического зрения (СТЗ). Основная задача, решаемая такими аппаратно-программными модулями – контроль и измерение геометрических параметров различных объектов.

Реализация работы данного программного модуля и анализа технологических дефектов начинается с захвата отдельных изображений из видеопотока. Реализация захвата изображения является довольно трудоемкой задачей и лежит в основе всего программного модуля.

На следующем этапе полученное изображение должно пройти предварительную обработку: устранение шума, выравнивание яркости, контраста, выделение и удаление бликов, теней, выравнивание цветов.

На заключительной стадии осуществляется выделение особенностей исследуемого объекта в зависимости от поставленных задач. Например, в разработанной программе будет реализовано несколько функций контроля поверхностей, таких как: поиск специальных точек на объекте для сравнения изображения объекта, полученного с камеры с эталонным изображением; выявление дефектов поверхностей; контроль геометрических параметров.

Работа является актуальной в настоящее время, т. к. применение СТЗ исключает оператора из процесса принятия решения о значении измеряемой физической величины, что объективно улучшает показатели точности, достоверности и производительности геометрических измерений. Важными преимуществами СТЗ являются также бесконтактность и дистанционность измерений. Разработанный программный модуль может применяться в различных сферах автоматизированного производства.

УДК 621.3
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМОВ
РАБОТЫ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

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

Математическая модель, описывающая тепловентиляционные и энергетические режимы работы асинхронного электродвигателя, состоит из следующих уровней.

1. Электромагнитная модель.
2. Энергетическая модель.
3. Тепловая модель.
4. Вентиляционная модель.

Электромагнитная модель представляет собой систему дифференциальных уравнений на основе теории обобщенной электрической машины, описывающих электромагнитные процессы, протекающие в электродвигателе. Данная модель позволяет получить графики скорости, момента и токов.

Параметры схемы замещения были рассчитаны на основе паспортных данных электродвигателя и круговой диаграммы.

Энергетическая модель определяет ряд переменных потерь за цикл работы электродвигателя, а также коэффициент полезного действия и коэффициент мощности. Полученные параметры потерь являются исходными данными для расчета тепловых режимов.

Тепловая модель представляет собой систему дифференциальных уравнений, описывающих тепловые режимы работы асинхронного электродвигателя. В основе данной модели лежит метод тепловых эквивалентных схем замещения. На основании расчетных данных модели энергетических режимов работы (потери в отдельных узлах асинхронного электродвигателя) и геометрических параметров (тепловые проводимости) идет расчет температур отдельных узлов асинхронного электродвигателя.

Вентиляционная модель является составной частью тепловой модели. На основании номинальных параметров вентилятора рассчитывается производительность, напор, и мощность, потребляемая вентилятором. Далее полученные данные поступают в тепловую модель с последующей коррекцией температур отдельных узлов асинхронного электродвигателя.

Данная модель позволяет показать взаимосвязь между отводом тепловых потерь, работой вентиляционной сети и энергетикой асинхронного электродвигателя.

УДК 621.914.2:669
ВЛИЯНИЕ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА НА СТРУКТУРУ И
ФАЗОВЫЙ СОСТАВ АЗОТИРОВАННОЙ СТАЛИ 4Х4ВМФС

М. А. БЕЛАЯ, А. С. РАБЫКО, А. Н. ЕЛИСЕЕВА,
В. С. ВЫЩЕПОЛЬСКИЙ
Научный руководитель В. М. ШЕМЕНКОВ, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Поверхностный слой оказывает существенное влияние на надежность работы как технологической, так и инструментальной оснастки. При эксплуатации поверхностный слой подвергается наиболее сильным трибомеханическому и тибохимическому воздействиям. Эксплуатационные свойства изделий из сталей во многом определяются качественной характеристикой состояния поверхностного слоя.

В качестве объекта исследования были выбраны образцы из стали 4Х4ВМФС ГОСТ 5950-2000 промышленной плавки. Образцы были подвергнуты закалке в масле от 1060 °С (выдержка 1 ч 30 мин), отпуску при 560 °С в течение 2 ч с последующим ионным азотированием при температуре 500–550 °С.

Предлагаемый способ модифицирующей обработки сталей характеризуется тем, что между столон – катодом, на котором помещают изделия, и анодом зажигают тлеющий разряд в течение определенного промежутка времени посредством потока положительно заряженных частиц.

Исходя из полученных данных можно предположить, что уширение дифракционных линий матричной фазы α -Fe обусловлено преимущественно высокой плотностью дефектов. Повышенные значения интегральной ширины дифракционных линий α -Fe в образцах, подвергнутых обработке в тлеющем разряде, свидетельствует о более высокой плотности дислокаций, по сравнению с исходным образцом. На основании этих данных, можно заключить, что выделение наиболее мелких частиц нитридов происходит в образце, обработанном в тлеющем разряде с напряжением горения 1 кВ и силой тока 25 мА.

Модифицирующая обработка азотированной стали 4Х4ВМФС в тлеющем разряде приводит к размыванию характерных зон, образующихся при азотировании сталей данного типа. Наиболее ярко этот эффект наблюдается при обработке стали в тлеющем разряде с напряжением горения $U = 3,0$ кВ, плотностью тока $J = 0,375$ А/м², времени обработки $T = 30$ мин.

А. И. ГЕЛАЙ

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

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

В настоящее время в Республике Беларусь существует потребность в изделиях на основе радиопрозрачных стекол, однако, их производство в стране отсутствует. В связи с этим целью данных исследований является разработка составов радиопрозрачных стекол, которым должна быть свойственна радиопрозрачность в диапазоне 10^5 – 10^{12} Гц, термостойкость не ниже $100\text{ }^\circ\text{C}$, минимальное значение тангенса угла диэлектрических потерь и требуемый уровень электрофизических характеристик.

В связи с этим, для разработки составов радиопрозрачных стекол с требуемым комплексом свойств в качестве основы для исследования выбрана система $R_2O-RO-TiO_2-SiO_2$ (где R_2O – Li_2O , K_2O и Na_2O ; RO – CaO , MgO , BaO). Выбор исследуемой системы обусловлен наличием в ней достаточно широкой области стеклообразования, а также необходимостью синтеза стекол с требуемым комплексом физико-химических и электрофизических характеристик.

Радиопрозрачность опытных титаносиликатных стекол оценивалась волновым методом в диапазонах 8–11,3 ГГц и 26–35 ГГц. Экспериментально установлено, что для опытных стекол с величиной R_2O/RO , составляющей 0,27–0,43, наблюдается повышение радиопрозрачности с ростом частоты поля в диапазоне 8–11,3 ГГц. Для стекла, включающего 0,23 R_2O/RO , характер зависимости носит противоположный характер.

Термостойкость характеризует способность опытных стекол выдерживать резкие перепады температур без разрушения. Выявлено, что термостойкость опытных стекол изменяется от 105 до $125\text{ }^\circ\text{C}$. Наибольшей термостойкостью обладает образец с содержанием R_2O/TiO_2 , составляющим 0,25.

Определено, что минимальные значения тангенса угла диэлектрических потерь характерны для стекол, включающих 0,27–0,43 R_2O/BaO и 0,375–0,75 R_2O/TiO_2 .

По результатам проведенных исследований определен оптимальный состав стекла, которое характеризуется низкой кристаллизационной способностью; показателем тангенса угла диэлектрических потерь равным 0,0035; и ТКЛР равным $84,5 \cdot 10^{-7}\text{ K}^{-1}$, а также поглощением радиоволн в диапазонах 8–11,3 ГГц.

А. В. СТЕПАНОВ, А. И. РЫЖИЧЕНКО, И. Р. МОРОЗ

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

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Брянск, Россия

В рамках ЦМИТ «Техномир», базой для которого является Брянский государственный технический университет, была поставлена задача создать подвижную платформу. В качестве основы для подвижной платформы была выбрана Arduino с использованием самодельной схемы распределения нагрузки на электрические двигатели. Arduino представляет из себя плату, основным компонентом которой является микроконтроллер фирмы Atmel серии ATmega. На этой плате установлена необходимая обвязка – устройства, необходимые для работы микроконтроллера и для связи платы с компьютером. Программы пишутся на языке программирования C++, а встроенные библиотеки помогают разработчику не задумываться об архитектуре микроконтроллера, а всецело направить свой творческий потенциал для решения поставленных задач управления, не отвлекаясь ни на какие нюансы микросхемы.

Предусмотрено несколько видов управления платформой: автономное, в котором платформа совершает движение по прямой, с возможностью объезжать препятствия. Для определения препятствия и расстояния до него на переднюю часть платформы были помещены 2 ультразвуковых датчика. Второй режим управления – дистанционный, под управлением оператора. Алгоритм преодоления препятствий реализован в двух видах: объезд с максимальным углом, при котором вне зависимости от расстояния до препятствия платформа отклоняется на максимальный угол, для объезда с использованием нечеткой логики, алгоритм которой обчисляет расстояние до препятствия и на его основе определяется необходимый и достаточный угол поворота для объезда препятствия.

Дистанционное управление использует радио-модуль и Bluetooth-модуль HC-06. Для управления по радио-модулю был спроектирован и собран контроллер, который одевается на руку потенциальному оператору. Управление движением платформы построено на датчиках положения и поворота, после срабатывания которых информация об их состоянии отправляется на Arduino-плату. Управление по блютуз-модулю осуществляется посредством приложения, написанного под операционную систему Android. Приложение написано на языке программирования Java и реализует управление движением и поворотом платформы.

УДК 621.9

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ГРАВИРОВАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО
СТАНКА

А. Г. СЕРГЕЕВ

Научный руководитель Д. И. ПЕТРИШИН, д-р техн. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Брянск, Россия

В рамках проекта была разработана система управления для фрезерно-гравировального станка на базе многоканального драйвера шагового двигателя PLC440L и частотного преобразователя VFD-E. Управление рабочими движениями станка через многоканальный драйвер шагового двигателя PLC440L осуществляется с ПЭВМ через программную среду Mach3. Реализовано управление шпинделем станка через выносную панель управления частотного преобразователя VFD-E KPE-LE02.

При проектировании в качестве исполнительных элементов станка и устройств управления ими использовались следующие элементы:

- многоканальный драйвер шагового двигателя PLC440L;
- модуль линейного перемещения СТМ-2, СТМУ-2;
- шаговый электродвигатель ШД PL57HM76-D8;
- электрошпиндель модели AS800;
- частотно регулируемый преобразователь (ЧРП) модели VFD015E21A;
- импульсный источник питания серии S-350.

В качестве системы управления настольного станка используется портативный компьютер с установленной программой Mach3. Управляющие сигналы от портативного компьютера передаются через параллельный порт LPT на драйвер шагового двигателя PLC440L.

К драйверу шагового двигателя подключается 3 привода подач (шаговый) и от драйвера на ЧРП поступает напряжение задания на частоту вращения привода главного движения.

В работе было реализовано несколько вариантов управления приводом главного движения:

- через управляющие терминалы (посредством многоканального драйвера шагового двигателя PLC440L);
- через пульт управления KPE-LE02.

При проектировании станка было учтено, что станок должен занимать минимальное пространство, в связи с этим, электрооборудование станка было размещено в станине станка. Результатом решения поставленной задачи, стал малогабаритный, передвижной, настольный фрезерно-гравировальный станок на базе многоканального драйвера шагового двигателя PLC440L и частотного преобразователя VFD-E.

УДК 666.1.001.5:537.868

СТЕКЛА РАДИОЗАЩИТНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А. И. ГЕЛАЙ

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

Всемирной организацией по здравоохранению электромагнитный смог определен как один из основных факторов загрязнения окружающей среды. Стекло является эффективным радиозащитным материалом. На рынке наблюдается сильная конкуренция по радиозащитным стеклам. Основным фактором для потребителей является уровень качества изготовления изделий на основе радиозащитных стекол.

Целью данной работы явилась разработка составов радиозащитных стекол различного назначения с особым комплексом физико-химических и радиофизических характеристик.

Для решения поставленной задачи синтезирована серия силикатных стекол, включающих оксиды типа R_2O , в качестве которых использовались K_2O и Na_2O . Выбор данной системы связан с необходимостью синтеза стекол, характеризующихся полупроводниковыми свойствами.

По результатам градиентной термообработки опытных стекол в интервале температур 600–1100 °С в течение 1 ч установлено, что образцы, включающие свыше 25 мол.% оксида R_2O , проявляют признаки поверхностной кристаллизации в интервале значений 700–950 °С.

Возможность применения радиопрозрачных стекол на практике в различных сферах народного хозяйства зависит от величины их температуры начала размягчения, которая определяет рабочий диапазон использования данного типа стекол. Определение температуры начала размягчения опытных стекол осуществлялось методом вдавливания металлического стержня, по результатам которого установлено, что данный показатель изменяется от 580 до 700 °С.

Водостойкость всех опытных стекол определялась зерновым методом. Установлено, что все стекла соответствуют III–IV гидролитическому классу, к которому относится значительное количество промышленных стекол.

Радиофизические характеристики опытных силикатных стекол оценивались волновым методом в диапазонах 8–11,3 ГГц и 26–35 ГГц. Выявлено, что в указанных диапазонах наблюдается существенное ослабление электромагнитного сигнала, составляющее до 15–25 дБ.

По результатам проведенных исследований определен оптимальный состав стекла, которое характеризуется ослаблением электромагнитного излучения в диапазонах 8–11,3 ГГц и 26–35 ГГц, составляющим до 20 дБ.

УДК 666.3-127
КВАРЦЕВАЯ КЕРАМИКА ДЛЯ МЕМБРАННЫХ ПРОЦЕССОВ
СЕПАРАЦИИ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ЖИДКИХ И ГАЗООБРАЗНЫХ
ПРОДУКТОВ

Н. Н. ГУНДИЛОВИЧ, А. А. КАШКАН
Научный руководитель Ю. Г. ПАВЛЮКЕВИЧ, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Использование кварцевого стекла фракции 100–250 мкм с добавками связующего в количестве 10 % позволяет при температуре обжига 1200 °С получать пористые проницаемые подложки, обладающие высокими эксплуатационными свойствами: коэффициент проницаемости – $1,73 \cdot 10^{-14} \text{ м}^2$; открытая пористость – 27,40 %; механическая прочность при сжатии – 19,46 МПа.

Установлено, что механическая прочность при сжатии подложки многослойного пористого микроструктурированного фильтрующего материала определяется фазовым составом материала, который зависит от режима обжига. Увеличение продолжительности обжига с 0,5 до 1 ч приводит к росту механической прочности образцов, обусловленному процессами спекания материала. Дальнейшее увеличение времени выдержки при максимальной температуре сопровождается резким снижением механической прочности, которое объясняется процессами кристаллизации кристобалита, протекающими с изменением объема и плотности, что приводит к возникновению внутренних напряжений в материале и в случае превышения предела прочности материала обуславливает зарождение и рост трещин.

При увеличении температуры обжига с 1100 до 1200 °С наблюдается линейный рост механической прочности, что обусловлено интенсификацией процесса спекания. Рост прочности замедляется при температурах выше 1200 °С вследствие резкой активизации процесса кристаллизации кристобалита. Увеличение температуры и времени выдержки сопровождается кристаллизацией кристобалита, однако, процессы спекания являются преобладающими в случае повышения температуры.

Структура подложки многослойного пористого материала состоит из взаимосвязанных поровых каналов щелевидной формы, средний эквивалентный диаметр которых составляет 10–40 мкм. Мембранное покрытие имеет толщину 150–200 мкм и характеризуется открытыми каналобразующими порами со средним эквивалентным диаметром порового канала 1–4 мкм, что позволяет использовать ее для микрофльтрации дисперсных систем.

УДК 621.9
РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ПЯТИКООРДИНАТНОГО ШЛИФОВАЛЬНО-ЗАТОЧНОГО
СТАНКА С ЧПУ

А. Г. СЕРГЕЕВ
Научный руководитель Д. И. ПЕТРЕШИН д-р техн. наук, доц.
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Брянск, Россия

В данное время актуальными становятся вопросы импортозамещения и развития отечественной материально-технической базы, в т. ч. развития отечественного станкостроения. Анализ рынка металлорежущих станков с ЧПУ показывает, что отсутствуют отечественные шлифовально-заточные станки с ЧПУ. Данные станки могут быть использованы в инструментальном производстве для заточки и изготовления осевого металлорежущего инструмента: фасонные фрезы, концевые фрезы, шпоночные фрезы, сверла, зенкеры и др. Разработка системы управления для подобного станка позволит создать прототип шлифовально-заточного станка и провести исследования по его работе.

Основной идеей создания шлифовально-заточного станка является использование модульных конструкторско-технических решений. Так в качестве основных элементов станка используются унифицированные модули приводов подачи, привода главного движения и модули системы управления.

Конструктивно шлифовально-заточной станок с ЧПУ имеет три линейных координатных оси X, Y, Z и две круговых оси A и C. Все линейные координатные оси имеют профильные рельсовые направляющие и шариковые винтовые передачи. Линейные координатные оси получают движение от сервоприводов. Круговые оси реализованы на поворотных столах, управляемые от сервоприводов, которые имеют возможность цифрового и аналогового управления движением. Современные металлорежущие станки с ЧПУ имеют цифровое управление движением, что позволяет значительно повысить точность перемещения и стабильность в управлении. В связи с этим, в качестве системы управления станка было выбрано устройство ЧПУ (УЧПУ) отечественного производителя с цифровым управлением приводами подачи. Используемое УЧПУ представляет собой распределённое устройство, что позволяет приблизить аналоговые и дискретные входы/выходы к управляемому оборудованию. Принцип открытой архитектуры позволяет применять УЧПУ к сложным объектам управления.

УДК 625.161

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПЕРЕЕЗДА

Д. А. САЩЕНКО

Научный руководитель В. Н. ОЖЕРЕЛЬЕВ, д-р с.-х. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Брянск, Россия

В настоящее время проблема железнодорожных переездов является актуальной не только для России, но и для всех промышленно развитых стран. Пересечения автомобильных дорог с железнодорожными путями на одном уровне являются наиболее сложными и опасными элементами дорожной сети. Поэтому на наиболее опасных участках пути с напряженным графиком движения необходимо установить современную автоматическую систему сигнализации, заблаговременно предупреждающую машиниста об опасности столкновения локомотива с автотранспортными средствами. Предупреждение будет осуществляться как световыми, так и звуковыми сигналами (с использованием датчиков). Анализ датчиков показал, что наиболее эффективно работают датчики с рентгеновским излучением, так как для рентгеновского луча наличие льда и снега, а также запыленность стекол не являются значимым препятствием. Ощутимое ослабление сигнала может произойти в случае размещения между излучателем и приёмником металлических деталей транспортных средств. В рамках научно-исследовательской работы была спроектирована графическая схема расположения датчиков сигнализации, а также разработан принцип работы сигнализации.

Таким образом, разработанный вариант системы сигнализации на железнодорожном переезде реализует техническую возможность сохранить значительное число человеческих жизней, материальных ценностей в результате предупреждения аварийных столкновений подвижного железнодорожного состава с автотранспортом.

УДК 621.891.67-762

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ
УСТРОЙСТВ ВАЛОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ НАСОСОВ

П. В. ДЕМИДЕНКО

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

К уплотнениям валов магистральных насосов предъявляются очень высокие требования, так как они являются одним из важнейших узлов, показатель надежности которых оказывает существенное влияние на экономичность и общую надежность насосных агрегатов и нефтеперекачивающей станции в целом.

Уплотнения вала насоса должны надежно работать на всех режимах перекачки нефти, не допускать утечки нефти через уплотнения, превышающие установленные нормы, и не допускать аварийных выбросов нефти в насосное помещение.

В работе рассмотрены различные конструктивные схемы, применяемых уплотнительных устройств валов магистральных насосов.

Определено, что оптимальной конструкцией, служащей для герметизации выхода вала из корпуса центробежного насоса, являются уплотнения торцового типа (рис. 1).



Рис. 1. Торцовое уплотнение типа ТМ

В качестве объекта исследования выбрано торцовое уплотнение типа ТМ. Для данного уплотнения выполнен расчет на прочность контактных колец из силицированного графита. По результатам расчетов сделаны выводы, что контактные кольца из силицированного графита могут использоваться на магистральных насосах серии НМ при давлении нефти в камерах уплотнений до 5,0 МПа.

УДК 621.9.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФРЕЗЕРОВАНИЯ
ПУТЕМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СТРУКТУРЫ
РЕЖУЩИХ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ

А. Н. ЖИГАЛОВ, А. Р. МАСЛОВ

Государственное учреждение высшего профессионального
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СТАНКИН»
Москва, Россия

Основным инструментальным материалом для чернового фрезерования являются твердые сплавы, представляющие собой гетерогенные композиции, состоящие из карбидов вольфрама, титана и тантала, сцементированные кобальтовой связкой для удержания карбидных зёрен.

При черновом фрезеровании с большими переменными ударными и вибрационными нагрузками происходит одновременное воздействие различных видов изнашивания, в результате которых происходит накопление повреждений и разрушений поверхности сменных многогранных пластин (СМП).

Интенсивность изнашивания твердых сплавов зависит от их теплопроводности, которая уменьшается из-за неоднородности микроструктуры сплава. Одним из путей повышения эффективности фрезерования является увеличение теплопроводности за счет получения на поверхности твердосплавной СМП однородной мелкозернистой структуры с уменьшенными размерами зерен карбидов и более прочным их сцеплением с кобальтовой связкой.

Для решения задачи увеличения сопротивления изнашиванию стандартных СМП авторами разработан метод аэродинамического воздействия (АДВ) на твердосплавные СМП [1]. Исследования эффектов аэродинамического воздействия показали, что на обработанных СМП из сплава Т15К6 количество зерен WC площадью менее 2 мкм^2 возросло в два раза с полным исчезновением зерен площадью более 10 мкм^2 .

Выполненные производственные испытания показали, что средний период стойкости комплекта СМП торцевой фрезы из твердого сплава Т15К6, подвергнутых АДВ, увеличился в 3,1 раза, а количество деталей, обработанных одним комплектом СМП, выросло в среднем с 590 до 2140 штук.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маслов, А. Р. Повышение сопротивления изнашиванию твердых сплавов методом аэродинамического воздействия / А. Р. Маслов, А. Н. Жигалов // Трение и износ. – 2014. – Т. 35. – № 5. – С. 461–466.

УДК 681.53

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГАРМОНИЧЕСКОЙ И
МЕАНДРОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИЙ В ПАКЕТЕ MATLAB

Н. М. ОЛИФЕРОВИЧ, А. С. АСТАПЕНКО

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

Для большинства технологических объектов управления, с целью поддержания стабильности режимов, требуется одновременно с регулированием проводить идентификацию параметров объекта управления. В то же время, организация периодических активных экспериментов сопряжена с большими экономическими затратами, а пассивные эксперименты на основании корреляционного анализа не всегда позволяют обеспечить приемлемое точное определение передаточных функций объекта ввиду влияния метрологических свойств каналов информации. Кроме этого, они не пригодны для относительно быстрых изменений объектов управления.

С целью сравнения возможностей определения в реальном времени динамики технологических объектов, в условиях ограничения на количество разрядов на выходе, было проведено математическое моделирование в пакете Matlab гармонической (ГИ) и меандровой (МИ) идентификации. Для изучения динамических характеристик предлагалось воздействовать на объект смесью гармонических сигналов, выбранных таким образом, чтобы они находились в области значительных изменений амплитудно-частотных характеристик (АЧХ), и, в то же время, вторичные гармоники, которые образуются при прохождении сигнала через выходной цифро-аналоговый и входной аналогово-цифровой преобразователи, по минимуму попадали в спектр других гармонических сигналов. Выделение сигнала производилось путем квадратурной демодуляции.

Результаты эксперимента показали, что гармоническая идентификация обладает большим потенциалом по сравнению с меандровой. Даже в случае уменьшения мощности контрольных гармоник метод сохраняет хороший потенциал. Так же использование узкополосных фильтров квадратурной демодуляции позволяет существенно уменьшить погрешности, которые вносит квантование. Такой подход также позволит значительно снизить влияние шумов, которые всегда присутствуют в измерительном тракте на технологических объектах.

УДК 681.3

НЕКОТОРЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ВИСБРЕКИНГА

М. П. МОРОЗОВА, М. А. ЗМУШКО

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

Каталитический крекинг (одной из разновидностей которого является висбрекинг) – термокаталитическая переработка нефтяных фракций с целью получения компонента высокооктанового бензина, легкого газойля и непредельных жирных газов. Каталитический крекинг — один из важнейших процессов, обеспечивающих глубокую переработку нефти.

Решить их эффективно можно путем установки системы оптимизации печей. Такая система обеспечит точное реагирование температуры на выходе каждой печи. Совместно с этой системой рекомендуется установка специальных контрольно-измерительных приборов, гарантирующих корректное измерение параметров, характеризующих работоспособность оборудования для приближающего отказа. Для моделирования процессов при риформинге приходится учитывать процессы гидродинамики, массообмена и химической кинетики.

Для моделирования реакторов каталитического риформинга используют работы Krane, который применял сосредоточенное математическое представление реакции. Оригинальная модель Krane (1959) включает 53 химические реакции, которые суммируются.

Turpin (1992) предложил использовать для расчета глобальные и водородные материальные балансы, сравнение экспериментальных и расчетных концентраций.

Химические процессы, протекающие в реакторе каталитического крекинга, являются сложными и сопровождаются рядом одновременно протекающих химических реакций.

Лифт-реактор считается реактором идеального вытеснения, т. к. соотношение длины реактора к его диаметру велико, а реакция протекает в течение нескольких секунд.

УДК 666.3:620.17

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОМПАКТОВ НА ОСНОВЕ МАХ ФАЗ,
ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ИМПУЛЬСНОГО НАГРУЖЕНИЯ

Ю. И. КОЛОДКЕВИЧ, В. С. ТКАЧУК

Научный руководитель Л. В. СУДНИК, д-р техн. наук
ГНУ «ИНСТИТУТ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ»
ОХП «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИМПУЛЬСНЫХ
ПРОЦЕССОВ С ОПЫТНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ»
Минск, Беларусь

МАХ фазы представляют собой тройные соединения переходных металлов (карбиды и нитриды) и описываются общей формулой $M_{n+1}AX_n$, где М – ранний переходный металл, такой как Ti, Nb, Cr, V; А – элемент А-группы, в основном IIIA и IVA групп (Al, Si, Ge), а X – углерод и азот; значение n изменяется от 1 до 3. Наноламинатное строение МАХ фаз приводит к тому, что данный класс соединений сочетает в себе свойства как керамики, так и металлов [1].

Компактирование порошков на основе Ti_2AlC и Ti_3AlC_2 проводилось методом ударно-волнового нагружения (по плоской конфигурации) с использованием промышленных низкобризантных взрывчатых веществ (аммонит 6ЖВ). Был проведен анализ фазового состава полученных компактов, определены значения плотности и пористости, а также изучен характер распределения значений микротвердости по поверхности образцов при нагрузке на индентор Виккерса 200 г.

При компактировании материалов на основе МАХ фаз методом ударно-волнового нагружения были получены образцы с высоким содержанием Ti_2AlC (~96 масс.%) и Ti_3AlC_2 (78-92 масс.%), однако, наблюдается частичное разрушение фазы структурного типа 312 в процессе нагружения с образованием фазы структурного типа 211 и TiC. Также значения пористости, полученных компактов, составляют 11–18 %. Все образцы обладают достаточно низкими значениями микротвердости относительно литературных данных и находятся в пределах от 450 до 690 МПа. Распределение значений H_m по поверхности носит относительно равномерный характер, за исключением некоторых образцов.

Проведенные исследования показали принципиальную возможность использования метода ударно-волнового нагружения в качестве способа компактирования исследуемых материалов на основе МАХ фаз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Radovic, M. Max phases: bridging the gap between metals and ceramics / M. Radovic, M. W. Barsoum // American ceramic society bulletin. – 2013. – vol. 92. – № 3. – p. 20–27.

УДК 666.01
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ СИНТЕЗА СТЕКОЛ ДЛЯ
ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛЫХ СТЕКЛЯННЫХ МИКРОСФЕР

М. А. КРАВЧУК
Научный руководитель Е. Е. ТРУСОВА, канд. техн. наук
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Полые стеклянные микросферы представляют собой мелкодисперсные легкосыпучие порошки, состоящие из тонкостенных (0,5–2,0 мкм) стеклянных частиц сферической формы диаметром 10–200 мкм и более. Благодаря сочетанию сферической формы, контролируемых размеров, низкой плотности, относительно высокой прочности, хороших тепло-, звукоизоляционных и диэлектрических свойств, полые стеклянные микросферы являются одним из важнейших техногенных наполнителей полимерных материалов. Их использование позволяет не только существенно модифицировать свойства, но и улучшить технологические условия переработки полимеров – снизить усадку, вязкость наполненных полимерных композиций, обеспечить стабильность размеров формируемых изделий, уменьшить износ формующего оборудования.

Выбор составов стекол для получения полых стеклянных микросфер, шихт и условий синтеза определялось, в первую очередь, присутствием газообразующих компонентов, способных растворяться в стекломассе без разложения при пониженных температурах синтеза, и разложением газообразующих компонентов с газовыделением при повторном нагреве стекла или при более высоких температурах синтеза.

Синтезированы стекла на основе стеклообразующей системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3-\text{K}_2\text{O}-\text{ZnO}$, в шихту которых вводился в качестве газообразователя сульфат натрия в количестве 5–15 % от общего содержания Na_2O в составе стекол. Температура синтеза стекол составляла 1380–1400 °С. Полученный расплав гранулировали отливкой в воду, затем измельчали и классифицировали по размерам. В результате комплексного исследования стекол – условий синтеза, их свойств и структуры (ТКЛР, плотности, процессов газообразования при повторной термообработке) оптимизированы составы и количество сульфата натрия, вводимого в шихту.

Опытная партия стекол оптимального состава прошла испытания на плазменной установке в Институте тепло-и массообмена НАН РБ. Для изготовления микросфер, использовали порошки стекла с размерами частиц, не превышающими 60 мкм. Подтверждена возможность получения полых стеклянных микросфер на основе разработанных стекол. Выход составил 50 % от количество введенного порошка.

УДК 004.4
РАЗРАБОТКА ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЁТОВ

Д. И. МЕЛЬНИКОВ, С. А. ПРОКОПЕНКО
Научный руководитель А. Е. МИСНИК, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В настоящее время широкое распространение приобретают системы обработки данных, ориентированные на использование через сеть Интернет. Преимуществом данных систем является возможность предоставления совместного доступа к ним из любой точки мира и отсутствие необходимости в установке специализированного программного обеспечения (достаточно любого современного браузера). Особенностью систем обработки данных, ориентированных на использование инженерно-техническим персоналом, является необходимость проведения расчётов и предоставления их результатов для анализа.

В настоящее время отсутствуют свободно распространяемые системы инженерных расчётов, пригодные для интеграции в подобные системы обработки данных, что делает разработку системы инженерных расчётов, способной работать через браузер, актуальной.

Для осуществления расчётов в системах обработки данных, ориентированных на использование через сеть Интернет, был разработан программный модуль инженерных расчётов, который может быть интегрирован в подобную систему и способен работать в браузере.

Разработанный модуль обладает широкими возможностями по интеграции с базой системы обработки данных.

В настоящее время реализованы следующие функции: математические функции (возведение в степень, тригонометрические функции и т. д.), логические функции (операторы сравнения, оператор ветвления), функции работы с датами (получение сегодняшней даты, получение разницы между датами, установка даты, получение максимальной/минимальной даты), статистические функции (получение максимального/минимального из группы чисел, получение среднего из группы чисел), функции работы со строками (конкатенация строк, установка строки), функции конвертирования (конвертирование строки в число, конвертирование арабских чисел в римские, и наоборот). Также имеется возможность, используя существующие функции, создавать собственные функции.

Е. А. МАСАЛКОВ, К. А. КАНДИДАТОВ

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

Проектирование базы данных занимает существенное время в жизненном цикле разработки программного обеспечения, таким образом, разработка графического интерфейса и программных модулей, позволяющих автоматизировать данный процесс, является актуальной задачей.

Разработан программный модуль, позволяющий сформировать иерархическую базу данных в виде дерева, где каждому узлу дерева можно сопоставить набор атрибутов, характеризующих его.

Кроме того, разработан модуль графического интерфейса, позволяющий проектировать иерархическую базу данных и просматривать результат в виде диаграммы (рис. 1).

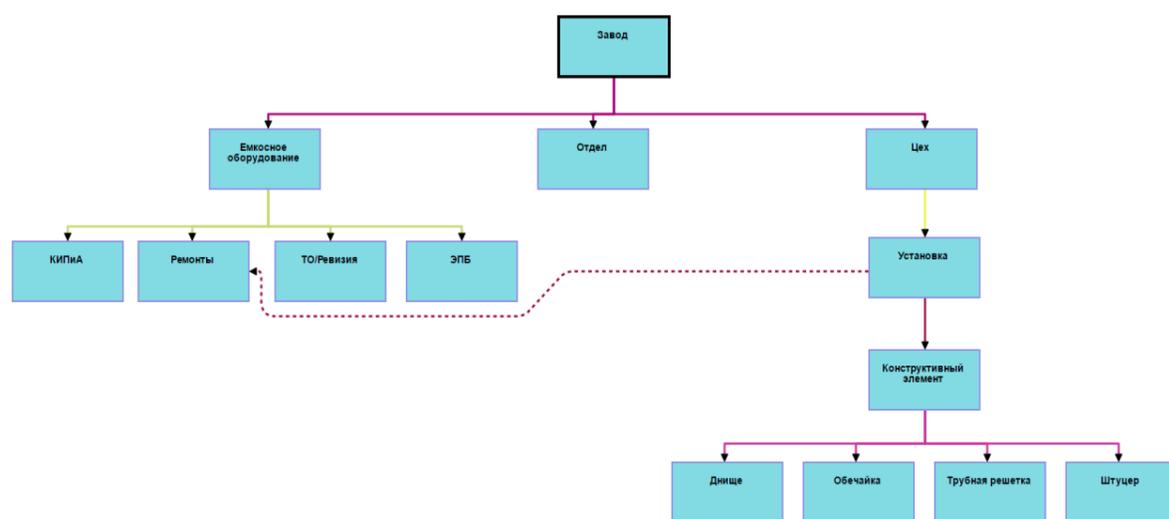


Рис. 1. Иерархическая база данных в виде диаграммы

На базе данных модулей разработан модуль автоматизированного построения экранных форм для редактирования и отображения данных.

Данные модули разработаны для использования в браузерах и пригодны для применения в системах обработки данных, распространяемых через сеть Интернет.

Н. В. КУРОЧКИН, А. А. БУТРАМЕНКО

Научный руководитель Е. А. ШАРОЙКИНА

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

Одним из способов уменьшения расхода вяжущих материалов при изготовлении изделий из бетона, силикатного кирпича, теплоизоляционных материалов является активация части или всего объема составляющих строительную смесь компонентов.

Из применяемых в современной технологии производства строительных материалов способов активации твердеющих смесей по методу воздействия можно выделить: механический, реализующий домол (доизмельчение) и тщательное перемешивание вяжущих, воздействие вибраций, электромагнитную обработку, термическую активацию и введение химических добавок.

Механоактивация позволяет ускорить процесс гидротации, в результате разрушения крупных частиц вяжущих компонентов диспергирования пленок гидратированной коллоидной массы и сдирания их с поверхности частиц, что, в сочетании с увеличением поверхности вяжущего, приводит к повышению его активности и росту прочности готовых изделий.

Нельзя согласиться с определением идеального смешивания, когда в результате процесса должна получиться такая смесь компонентов, чтобы в любой ее точке (пробе) к каждой частице одного из компонентов примыкали частички другого компонента в заданном количественном соотношении. Это необходимое, но недостаточное условие. Дальнейшим этапом интенсификации смесеобразования является комплекс воздействий на перерабатываемую среду. В этот комплекс могут входить следующие операции: увеличение поверхности взаимодействия компонентов, управление свойствами этих поверхностей, в т. ч. изменение дефектности формы частиц, энергонасыщенности структуры и ряда других, ввод химических добавок (ПАВ) и управление внешними условиями (температура, давление и др.).

Результаты технологических исследований, разработанных механоактиваторов показывают, что обеспечивается экономия на 15–30 % вяжущих веществ, в частности цемента или повышается прочность изделий на основе активированных смесей в 1,2–2,0 раза в зависимости от технологии производства и области применения.

УДК 666.295.1

ГЛУШЕНАЯ ГЛАЗУРЬ ДЛЯ МАЙОЛИКОВЫХ ИЗДЕЛИЙ
ХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А. А. МУРАВЬЕВ

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

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Целью настоящей работы является разработка глушеного глазурного покрытия для изготовления майоликовых изделий хозяйственного назначения с высокими эксплуатационными характеристиками.

Синтез фритты осуществляется в системе $R_2O-RO-B_2O_3-Al_2O_3-ZrO_2-SiO_2$ (где $R_2O - Na_2O, K_2O$; $RO - CaO, MgO$). Варка фритты осуществлялась при температуре 1450 ± 20 °С до полного провара с последующей выработкой в воду для ее грануляции.

Глазурный шликер готовился совместным мокрым помолом фритты с добавкой 7 % сверх 100 % глины огнеупорной в шаровой мельнице при соотношении: материал, мелющие тела, вода (1:1,2:0,9). Покрытые глазурями образцы подвергались обжигу в лабораторной электрической печи при температуре 1070 ± 10 °С в течение 6 ч с выдержкой при максимальной температуре 1,5 ч.

Визуальная оценка качества образцов показала, что в рассматриваемой системе формируются глушеные покрытия белого цвета с блестящей фактурой.

С помощью рентгенофазового анализа установлено, что фазовый состав глазурных покрытий, термообработанных при температуре 1070 °С, представлен цирконом ($ZrSiO_4$). Структура глушеных глазурей, согласно электронно-микроскопическому исследованию, достигает максимальной однородности и равномерности распределения кристаллических образований во всем объеме глазури.

Полученные глазурные покрытия характеризуются высокими физико-химическими свойствами. Температурный коэффициент линейного расширения в интервале 20–300 °С составляет $(50,2-50,5) \cdot 10^{-7} K^{-1}$, термостойкость до 200 °С, микротвердость – 5700–7200 МПа. Это обеспечено рациональным соотношением кристаллических и стеклообразной фаз в сформированном покрытии.

Глазури прошли опытно-промышленные испытания в условиях ОАО «Белхудожкерамика» путем обжига изделий в электрических камерных печах при температуре обжига 1170 ± 10 °С.

УДК 681.3

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КАТАЛИТИЧЕСКОЙ
АРОМАТИЗАЦИИ

М. А. ЛИТВИНЕНКО

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

Государственное учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Процесс каталитической ароматизации основывается на реакциях дегидроциклизации парафиновых углеводородов, дегидрирования и дегидроизомеризации нафтеновых, изомеризации алканов на платино-рениевом катализаторе под давлением водорода и температуры.

В результате указанных реакций в продукте риформинга увеличивается содержание ароматических углеводородов, за счет чего увеличивается октановое число бензина.

Кроме основных реакций ароматизации, в условиях процесса протекают побочные реакции: деструктивной гидрогенизации (гидрокрекинг), гидрирования сернистых соединений и другие реакции. В результате реакций, происходящих на катализаторе, при температуре 500–530 °С, давлении до 2,5 МПа и циркуляции водородсодержащего газа, возникает глубокое изменение углеводородного состава бензина с образованием и накоплением ароматических углеводородов, побочным продуктом при этом является водородсодержащий газ.

Исходные нафтеновые углеводороды и продукты реакции – ароматические углеводороды и водород – находятся в термодинамическом равновесии; повышение температуры способствует образованию ароматических углеводородов; повышение парциального давления водорода препятствует образованию ароматических углеводородов.

Скорость реакции и термодинамическое равновесие достигается относительно быстро. Реакция сопровождается поглощением большого количества тепла, эндотермический эффект реакции около 50 ккал/моль. Образованию ароматических углеводородов, за счет реакций дегидроциклизации парафиновых, способствует повышение температуры и снижение давления.

Автоматизация процесса разделяется на две задачи. Большое внимание уделяется процессу пуска и остановки совместной работы компонент системы. Второй задачей является задача стабилизации температурных режимов стадий переработки сырья. Оптимизация режимов работы позволяет обеспечить энергетическую эффективность протекания процесса.

УДК 621.3

К ВОПРОСУ ВЫБОРА КОМПЬЮТЕРНЫХ ПАКЕТОВ ДЛЯ
ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЕЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ КОНЕЧНЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ ПРОЦЕССА НАГРЕВА ИЗОТЕРМИЧЕСКОГО
КОНТЕЙНЕРА ИНДУКЦИОННЫМ МЕТОДОМ
С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ОБЪЕМНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Т. С. ЛАРЬКИНА

Научные руководители В. В. ЛЬГОТЧИКОВ, д-р техн. наук, проф. ;
Г. С. ЛЕНЕВСКИЙ, канд. техн. наук, доц.

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Ф-л федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»
Могилев, Беларусь; Смоленск, Россия

Применяемые в настоящее время методики проектирования таких установок, как изотермический контейнер, нагреваемый индукционным методом с распределенными объемными параметрами, являются приближенными и в, большей мере, основаны на использовании экспериментальных данных. Это приводит к большим погрешностям в исследованиях электромагнитного и теплового полей.

В связи с этим, проектирование подобных систем должно завершаться этапом моделирования разработанной установки с целью проверки ее характеристик. Решение поставленной задачи усложнено физической неоднородностью взаимодействующих сред, нелинейностью моделей, сложной геометрической формой нагреваемых тел. Необходимо применение численных методов, таких как метод конечных разностей и конечных элементов, метод интегральных уравнений, метод оптимизации, метод численно-интегрирования и их комбинации.

Создано немало профессиональных специализированных программ, которые позволяют решать задачи моделирования в различных областях знания, например, Ansys, Cedrat Flux, Elcut, Femlab, Maxwell, Nastran.

Табл. 1. Основные отличия некоторых специализированных пакетов

№	Возможности пакета	ANSYS	ELCUT	Femlab
1	Вид анализа:			
	Электромагнитный	да	да	да
	Тепловой	да	да	да
2	Гидрогазодинамический	да	нет	да
	Геометрическая модель			
	Двухмерная	да	да	да
3	Трехмерная	да	нет	да
	Осесимметричная	да	да	да
	Тип расчета			
4	Статический	да	да	да
	Динамический	да	только для тепловых задач	да
5	Возможность моделирования внешних электрических цепей	да	нет	да
6	Выбор типа конечного элемента	да	нет	нет

УДК 667.64

ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ
МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛОВ ОТ КОРРОЗИИ

А. С. НАУМОВИЧ, Е. Н. МАРАЧУК

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

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА»

Гомель, Беларусь

Для защиты металлов от коррозии применяют лакокрасочные материалы. В основном это алкидные эмали ПФ-115. Однако долговечность таких покрытий очень низка. Уже в первый год эксплуатации наблюдается существенная потеря декоративных свойств и их быстрое разрушение [1].

Целью данной работы являлась оценка защитно-декоративных свойств полиуретановых покрытий в сравнении с традиционными алкидными покрытиями.

В качестве объектов исследования были использованы пентафталева эмаль ПФ-115 и полиуретановая эмаль УР-140.

Защитные свойства покрытий определяли качественно по стойкости покрытия к статическому воздействию 10 %-го раствора NaCl согласно ГОСТ 9.403-80 и количественно по изменению прозрачности раствора, воздействующего на образцы, с помощью специально разработанного устройства.

При статическом воздействии жидкости набухание и разрушение покрытия из эмали ПФ-115 наблюдалось уже через 175 ч, а у эмали УР-140 изменения начали незначительно проявляться только через 600 ч.

Количественная оценка процесса коррозии во времени показала, что прозрачность раствора, в котором находились образцы с эмалью УР-140 существенно выше, чем у ПФ-115. В результате экспериментов было определено, что более стойким является полиуретановое покрытие. Долговечность таких покрытий будет значительно выше.

Таким образом, из-за высоких защитно-декоративных свойств полиуретановые материалы предлагаются для окраски деталей в машиностроении, при капитальном ремонте подвижного состава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цырлин, М. И. Водно-дисперсионные материалы в технологии окраски подвижного состава / М. И. Цырлин, А. С. Селило, А. А. Есипович // Транспорт – 2013 : тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. – Ростов н/Д : Ростов. гос. ун-т путей сообщ., 2013. – С. 116–117.

УДК 666.712

СОСТАВЫ МАСС ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРИЗОВАННЫХ
ПУСТОТЕЛЫХ БЛОКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВ

Т. А. НОВИЦКАЯ

Научный руководитель Р. Ю. ПОПОВ, канд. техн. наук

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

В настоящей работе в качестве компонентов использовались следующие сырьевые материалы: глина месторождения «Лукомль» и «Гайдуковка», играющие роль пластифицирующего компонента; кварцевый песок – использующийся в качестве отошающего; торф; зола ТЭЦ; отходы злаковых культур; опилки – выгорающих добавок.

Было изучено влияние различных выгорающих добавок на физико-химические свойства образцов. Исследованы фазовые превращения и структура синтезированной керамики, выбран оптимальный состав.

Фиксируется, что с увеличением температуры обжига интенсифицируются процессы спекания и массопереноса, нарастает количество стекловидной фазы, изменяется её вязкость и смачивающая способность, в результате чего размер и геометрия, формирующихся при выгорании органических компонентов пор, видоизменяется – они становятся более округлой формы, а имеющиеся зерна отошающей добавки (кварца) оплавляются. В качестве выгорающей добавки лучшим образом зарекомендовали себя отходы переработки ячменных злаковых культур, позволяющие обеспечить достаточную механическую прочность.

Отмечается, что лучшими показателями свойств характеризуются материалы, обожженные при температуре 950 °С, включающие глину «Лукомль», кварцевый песок, отходы переработки злаковых культур. Полученные образцы обладают следующими характеристиками: открытая пористость 42,2–59,4 %; водопоглощение 25,6–40,1 %; линейная усадка 2,0–6,1 %; кажущая плотность 1126–2146 кг/м³; прочность при сжатии 27,0–46,2 МПа, морозостойкость – 68 циклов «замораживание – оттаивание», коэффициент теплопроводности – 0,187 Вт/(м·К). В процессе проведения эксперимента была осуществлена апробация разработанных составов в условиях ОАО «Минский завод строительных материалов» с положительными отзывами.

Использование указанного выгорающего компонента способствует расширению сырьевой базы керамической отрасли и позволяет вовлечь в производство строительных материалов не востребуемые промышленностью отходы.

УДК 621.8; 621.9

СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК МАШИН ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Д. А. КОЛБАС

Научный руководитель В. А. ХАНДОЖКО, канд. техн. наук, доц.

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Брянск, Россия

Объектом исследования является измерение и оцифровка электромеханических характеристик машин переменного тока. В результате работы создаётся лабораторный стенд, позволяющий снимать электромеханические характеристики с частотно регулируемого электропривода путем измерения и оцифровки частоты вращения и тока (момент) на валу двигателя.

Для изучения электромеханических характеристик различных типов электродвигателей разработано значительное количество разнообразных лабораторных комплексов. Анализ существующих моделей лабораторных стендов показывает, что по структуре построения и функциональным возможностям они мало чем отличаются друг от друга.

Создаваемый лабораторный стенд предназначен для изучения студентами электромеханических характеристик машин переменного тока и состоит из двух основных компонентов, а именно: панели управления и электромеханической части асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

Панель управления включает следующие компоненты: программируемое реле ПР114, предназначенное для построения простых автоматизированных систем управления; панель оператора ИП320 представляет собой человеко-машинный интерфейс. Модуль интерфейсный ПР-МИ485 позволяет подключать программируемое реле ПР114 к сети RS-485. Преобразователь интерфейса АС4 предназначен для взаимного преобразования сигналов интерфейсов USB и RS-485. Многоканальный блок питания БП14 предназначен для питания стабилизированным напряжением 24 или 36 В датчиков с унифицированным выходным токовым сигналом. Преобразователь частоты ВЕСПЕР ЕІ-9011 предназначен для регулирования скорости вращения. Электромеханическая часть состоит из асинхронного двигателя 4АХБ2П100. Создаваемый стенд позволяет снимать электромеханические характеристики с частотно регулируемого электропривода путем измерения и оцифровки частоты вращения и тока (момента) на валу двигателя.

УДК 519.8

АЛГОРИТМ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТРУБ
НА УРОВНЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЛИНИЙ

К. В. ЗАХАРЧЕНКОВ, Т. В. МРОЧЕК

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

Одним из наиболее важных моментов в повышении эффективности производства является составление оптимального плана работы оборудования. Целью настоящей работы является разработка алгоритма планирования работы линий для производства труб, обеспечивающего достижение максимальной загрузки линий при заданном количестве переналадок с учетом даты отгрузки продукции. Для всех заказанных позиций продукции алгоритм должен позволять определять дату выпуска, номер линии, на которой будет произведена продукция, и очередность выпуска продукции.

Решаемая задача теории расписаний (ТР) относится к одностадийной с директивными сроками. Возможны разнообразные комбинации ограничений и дисциплин обслуживания, но полиномиальные по времени выполнения алгоритмы известны только для простейших задач из этих классов. Неудовлетворительное состояние развития точных методов решения задач ТР обусловило разработку приближенных методов, позволяющих получать приемлемые решения при сравнительно небольших затратах времени и средств. Авторами предложен эвристический алгоритм планирования с использованием правил предпочтения, позволяющий получить удобную реализацию на ЭВМ, даже при решении задачи с большим количеством наименований продукции и ограничений. Алгоритм позволяет:

– для каждой позиции заказа, по которой требуемый объем выпуска превышает максимально возможный выпуск в течение рабочего дня на соответствующей линии, выполнить разбиение на несколько позиций с учетом максимального дневного выпуска;

– определить дату выпуска по одному из нескольких вариантов в зависимости от загруженности линий, используемых ресурсов и вида заказчика;

– проверить, превышает ли время работы линии на текущую дату, с учетом текущей позиции, максимальное время работы линии;

– оценить, сколько переналадок на текущую дату уже запланировано, и определить порядок действий в случае, если количество переналадок с учетом новой позиции превышает заданное максимальное количество переналадок.

Разработанный алгоритм внедрен в ООО «СМИТ-Ярцево».

УДК 621.9.047.4

СЕЛЕКТИВНОЕ УДАЛЕНИЕ ОЛОВА С ПОВЕРХНОСТИ МЕДНЫХ
ПРОВОДНИКОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

С. С. ПЕРЕВОЗНИКОВ

Научный руководитель Л. И. СТЕПАНОВА, канд. хим. наук, доц.
Учреждение БГУ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ»
Минск, Беларусь

Покрyтия из олова или сплава олово-свинец защищают поверхность меди в процессе формирования рисунков печатных плат при стравливании медной фольги с пробельных элементов схем в специальных электролитах, после чего, до проведения дальнейших операций в соответствии с техпроцессом, они должны быть селективно удалены при минимальном воздействии раствора травления на медный рисунок.

Известно, что для удаления олова с поверхности медного рисунка печатных плат применим раствор на основе азотной кислоты и нитрата трехвалентного железа, однако, такие растворы, наряду с высокой скоростью травления и емкостью по растворенным металлам, характеризуются достаточно интенсивным растворением меди, сильным разогревом раствора из-за экзотермичности реакции травления и обильным выделением токсичных оксидов азота. Для устранения указанных недостатков авторами доклада предлагается вводить в раствор дополнительно комплекс добавок, включающий азотсодержащий гетероциклический ингибитор коррозии меди в количестве 0,7–0,9 вес. % и одно из аминокислотных сульфокислот в количестве 0,2–1,2 вес. %. Показано, что только совместное введение названных выше веществ гарантирует низкую скорость растворения меди, отсутствие разогрева раствора и выделение оксидов азота, а также получение светлой полублестящей поверхности меди после травления. Улучшению внешнего вида поверхности меди способствует также дополнительное введение в раствор травителя небольшого количества (0,8–1,0 вес. %) хлорид-ионов.

Таким образом, обоснован оригинальный состав раствора селективного стравливания олова с поверхности медных проводников печатных плат, характеризующийся скоростью травления олова порядка 12–18 мкм/мин, меди – 0,3–0,8 мкм/мин, отсутствием выделения токсичных оксидов азота и разогрева раствора в процессе травления. Раствор корректируется по концентрации основных компонентов в соответствии с результатами анализа вплоть до концентрации стравленных металлов в его объеме 180–200 г/л, после чего подлежит утилизации. Он успешно прошел промышленную апробацию на струйной установке травления ОАО МЧЗ и используется на участке печатных плат предприятия взамен импортировавшегося ранее из Голландии.

УДК 666.635:666.295

ПРОЗРАЧНЫЕ ГЛАЗУРИ
ДЛЯ ДЕКОРИРОВАНИЯ МАЙОЛИКОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

А. И. ПОЗНЯК

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

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Целью настоящего исследования является разработка композиции прозрачной глазури для майоликовых изделий хозяйственно-бытового назначения. К глазурным покрытиям, помимо высоких декоративно-эстетических характеристик (блеск, укывистость и др.), предъявляются требования по технологическим и физико-химическим свойствам, в частности, температурному интервалу глазуриобразования и термической устойчивости.

В результате теоретических исследований и изучения практического опыта применения прозрачных глазурей на предприятиях Республики Беларусь в качестве основы для декорирования майоликовых изделий выбрана алюмоборосиликатная система, на основе которой синтезированы фритты в следующем диапазоне содержания основных оксидов, мас. %: Al_2O_3 6–12; B_2O_3 14–22; SiO_2 62–70 при постоянном общем количестве оксидов калия и натрия, составляющем 10 %.

Фритты синтезировались при температуре 1450 ± 10 °С, после чего готовили глазурный шликер и наносили его на полуфабрикат майоликовых изделий, прошедший утильный обжиг, и повторно обжигали при температуре 950 ± 10 °С. Установлено, что температурный интервал размягчения фритт, определенный методом дифференциально-сканирующей калориметрии, составляет 535–577 °С, что обеспечивает полное завершение процессов глазуриобразования в стеклах. Синтезированные покрытия однородны по структуре, блестящие (блеск 77–89 %), хорошо согласуются с керамической основой. Температурный коэффициент линейного расширения составляет $(55,8–61,2) \cdot 10^{-7} K^{-1}$. Однако выявлено, что при содержании оксида алюминия свыше 10,0 мас. % глазури проявляют склонность к кристаллизации, что, вероятно, связано с образованием кристаллических фаз и вызывает снижение качественных характеристик покрытий.

На основе синтезированной фритты получены глазурные покрытия широкой цветовой гаммы.

Глазури обеспечивают требования по миграции вредных веществ в пищевые среды и отвечают требованиям по термической стойкости продукции.

УДК 624.012.82

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА
ПРОЧНОСТИ ПОВРЕЖДЕННЫХ КИРПИЧНЫХ ВНЕЦЕНТРЕННО
СЖАТЫХ СТОЛБОВ

Е. С. ЧЕРНЕВА, И. И. ГРИНЕВА

Научный руководитель Е. В. КЛИМЕНКО, д-р техн. наук, проф.

ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ

Одесса, Украина

Объектом исследования являются кирпичные столбы, имеющие механические повреждения: от незначительных повреждений кладки до откола большей части конструкции в размере трети сечения каменного элемента.

Анализируя нормативные документы, очевидно, что в СНиП II-22-81* учет дефектов и повреждений обеспечивается уменьшением сечений, а для сильно поврежденных конструкций, элементы усиления следует рассчитывать на полную действующую нагрузку, при этом усиливаемая конструкция в расчете не учитывается. Однако такие элементы обладают частичной несущей способностью и ею пренебрегают. ДБН В.2.6-162:2010 регламентирует рассчитывать такие элементы с учетом нелинейности деформирования. Единая методика расчета внецентренно сжатых поврежденных каменных элементов отсутствует.

Для реализации этой цели разработана модель каменного столба высотой 840 мм, сечением 510×640 мм из кирпича глиняного обыкновенного М 100 на растворе М 50 (рис. 1). Факторами экспериментального варьирования были параметры повреждений столбов.



Рис. 1. Экспериментальные образцы в процессе испытаний

Задачей для последующего изучения является определение остаточной несущей способности поврежденных элементов с целью выбора более экономичного варианта усиления либо оценки его ресурса.

УДК 621.928.24

ПРУЖИННЫЕ ГРОХОТЫ И ИХ РАЗВИТИЕ

И. М. ТОЛОЧИНЕЦ

Научный руководитель Л. А. СИВАЧЕНКО д-р техн. наук, проф.

Учреждение образования

«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Барановичи, Могилев, Беларусь

Процесс разделения твердых зернистых материалов по крупности использовался человечеством с древних времен. В строительной отрасли его относят к основным процессам, позволяющим получать высококачественный материал, соответствующий требованиям современного материаловедения. В последние годы начинает получать распространение, для выполнения технологических операций грохочения новый класс такого оборудования – пружинные грохоты. В качестве рабочих органов в этих агрегатах используются винтовые цилиндрические пружины сжатия.

По сравнению с традиционным оборудованием, пружинные грохоты имеют целый ряд отличительных особенностей, которые в целом ряде применения делают их незаменимым оборудованием. Во-первых, изменение зазоров между витками пружинных рабочих органов позволяет плавно регулировать без замены просеивающих элементов границу разделения, во-вторых, виброактивность пружинных элементов исключает налипание на них влажных материалов или забивание просеивающих зон исходным материалом, в-третьих, высокая износостойкость пружинных рабочих органов, удобство и простота их обслуживания и ремонта.

Предпочтительной областью применения пружинных грохотов является разделение мелкозернистых продуктов с регулируемой границей разделения 0,5–0,05 и повышенной влажностью при эффективности грохочения 85–96 %.

Дальнейшими задачами развития этого класса оборудования являются работы по выявлению потенциальных возможностей пружинных рабочих органов, обеспечению равномерной загрузки рабочего оборудования при их касетном выполнении, созданию приемного бункера, исключающего образование сводов и налипания на его стенках. Кроме того, необходимо оптимизировать параметры вибрации колеблющихся частей пружинного грохота, разработать варианты исполнения оборудования различного технологического назначения.

УДК 666.616:539.38

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ОБЖИГА НА ДЕФОРМАЦИЮ КЕРАМИЧЕСКИХ ПЛИТОК

А. И. ПОЗНЯК

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

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Основные вопросы при разработке температурных режимов однократного обжига керамических плиток связаны с обеспечением технологической и эксплуатационной совместимости черепка и глазурного покрытия, что, как известно [1], определяет величину деформации готового изделия.

Целью настоящей работы является исследование влияния максимальной температуры обжига на поведение керамических плиток при термообработке. В качестве объекта исследования выбрана сырьевая композиция керамического гранита с массовым соотношением «плавень / отощитель», составляющем 35/10, из которой методом полусухого прессования изготовлены экспериментальные образцы, на которые нанесен шликер глушевой глазури. Глазурованный полуфабрикат подвергался обжигу в температурном интервале 1150–1200 °С с шагом варьирования 10 °С при постоянной скорости нагрева, составляющей 15 °С/мин.

На основании проведенных исследований построены кинетические кривые усадки, водопоглощения и деформации полученных образцов в изученном диапазоне температур.

Установлено, что с повышением температуры обжига значения усадки образцов повышаются, а водопоглощение снижается, что является закономерным для материалов, спекающихся по жидкофазному механизму. Деформация образцов практически не изменяется при температурах 1150–1180 °С; при 1190–1200 °С – несколько возрастает (0,85–1,0 %). При этом во всех случаях деформация имеет вогнутый характер, что является следствием различного расширения черепка и глазури, а также разницы в температуре на внутренней и внешней поверхности образца. Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что деформация глазурованных керамических плиток определяется не только составом и характеристиками применяемых масс и глазурных покрытий, а также температурно-временными режимами термообработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Evaluation of the steger method in the determination of ceramic-glaze joining / M. Peterson [and et.] // Materials Science and Engineering. – 2007. – P. 183–186.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ КАТАЛИЗАТОРА КРЕКИНГА
УГЛЕВОДОРОДОВ НЕФТИ ДЛЯ СИНТЕЗА КЕРАМИЧЕСКИХ
ПИГМЕНТОВ МУЛЛИТОПОДОБНОЙ СТРУКТУРЫ

А. С. ПОЛИВОДА

Научные руководители И. В. ПИЩ, д-р техн. наук, проф.;

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

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

В настоящее время возрастает потребность в пигментах для окрашивания керамических масс, глазурей, флюсов. Для расширения палитры керамических пигментов, использования в качестве исходных компонентов недефицитных природных сырьевых материалов, снижения температуры синтеза, нашли широкое применение природные силикатные сырьевые материалы. Недостатком применения природных кристаллических структур является их ограниченная способность усваивать красящие ионы, и, как следствие, недостаточно высокая яркость пигментов. В настоящее время ведутся исследования, направленные на расширение сырьевой базы для производства керамических пигментов и увеличения их яркости.

Целью работы является изучение возможности синтеза керамических пигментов муллитоподобной структуры на основе природных сырьевых материалов с использованием отходов катализатора крекинга углеводородов нефти, разработка способов направленного регулирования процессов структуро- и фазообразования при синтезе пигментов.

Для синтеза керамических пигментов в качестве основных компонентов использовались технический глинозем, обогащенный кварцевый песок Гомельского ГОКа, отработанный катализатор нефтехимического производства. Для окраски исходных масс пигментов использовались растворимые соли переходных металлов ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$), количество которых было пересчитано на заданное содержание оксидов CoO , NiO , Fe_2O_3 , Cr_2O_3 . Синтез пигментов осуществлялся в интервале температур 1000–1100–1200 °С с выдержкой при максимальной температуре 1 час.

В результате проведенных исследований разработаны температурно-временные параметры синтеза и установлены количественные соотношения компонентов шихты, обеспечивающих формирование цветонесущих фаз и высокую термическую стойкость пигментов. Установлены оптимальные составы пигментов широкой цветовой гаммы с чистотой тона 25–30 %, доминирующей длиной волны в диапазоне 465–580 нм. Полученные пигменты прошли успешную промышленную апробацию на ОАО «Керамин» при окрашивании цветной глазури и мастики.

РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПЕСЧАНЫХ ОСНОВАНИЙ
КОРОТКИХ ВИНТОВЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СВАЙ ПО ВЕЛИЧИНЕ
КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА

ТАМИМИ САИФ САМИ ХУСЕЙН

Научный руководитель В. Н. КРАВЦОВ, канд. техн. наук, доц.

Научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие
по строительству «Институт БелНИИС»

Минск, Беларусь

Анализ литературных источников и выполненные экспериментальные исследования показывают, что между крутящим моментом M_k , кН·м, требуемым для завинчивания короткой металлической сваи (свая ВС) в грунт и его несущей способностью F_d (при вдавливающей нагрузке), F_{dt} (при выдергивающей нагрузке), кН, имеется устойчивая зависимость

$$F_d(F_{dt}) = k \cdot M_k,$$

где k – коэффициент перехода.

Для контроля и оперативной оценки значений $F_d(F_{dt})$ разработан практический метод расчета песчаного основания сваи ВС, защемленной в грунте с диаметром лопасти $D_{л} \leq 500$ мм, длиной $l \leq 6$ м с использованием формулы:

$$F_d(F_{dt}) = \gamma_{см} \cdot \gamma_{см1} \cdot k_i \cdot M_k \cdot \frac{D_{лi}}{D_{л300}},$$

где $\gamma_{см}$, $\gamma_{см1}$ – безразмерные коэффициенты условий работы и технологии погружения сваи ВС, соответственно равные $\gamma_{см} = 0,8-0,9$ (больше значение для рыхлых и обводненных песков); $\gamma_{см1} = 1-0,75$ (больше значение при скорости завинчивания более 2 м/мин); k_i – коэффициент перехода от сопротивления завинчиванию к несущей способности оснований сваи ВС, устанавливаемый по результатам опытных работ, а для предварительных расчетов по табл. 1, 1/м; $D_{лi}$, $D_{л300}$ – соответственно диаметры лопасти сваи ВС: фактический и постоянный, равный 300 мм.

Табл. 1. Коэффициенты перехода k_i (k_{inf} – при вдавливании, k_{sup} – при выдергивании) от M_k к $F_d(F_{dt})$ для свай ВС длиной до 6 м

Тип грунта	Коэффициент перехода k_i от M_k к $F_d(F_{dt})$ для свай ВС при			
	выдергивании k_{sup} , 1/м, длине l , м, и крутящем моменте M_k , кН·м		вдавливающей, k_{inf} , длиной l , м и крутящем моменте M_k , кН·м	
	$l \leq 3, M_k \leq 5$	$l \geq 5, M_k \geq 20$	$l \leq 3, M_k \leq 5$	$l \geq 5, M_k \geq 20$
Песок мелкий, средней прочности ($K_{com}=0,95$)	23	15	15,5	8
Песок средний средней прочности ($K_{com}=0,95$)	41	30	27,5	9

Примечание: значение k_i для свай ВС длиной от 3 до 5 м и крутящим моментом от 5 до 20 кН·м, определяется интерполяцией; K_{com} – коэффициент уплотнения.

Л. Л. СОТНИК

Научный руководитель Л. А. СИВАЧЕНКО д-р техн. наук, проф.

Учреждение образования

«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Барановичи, Могилев, Беларусь

Измельчение является центральной операцией многих современных технологических процессов и характеризуется очень низкой эффективностью. Дальнейшее совершенствование измельчительных агрегатов является важной научной и практической задачей. В данной работе представлена конструкция вибровалкового измельчителя (см. рис. 1), в которой реализован механизм динамического нагружения частиц измельчаемого материала.

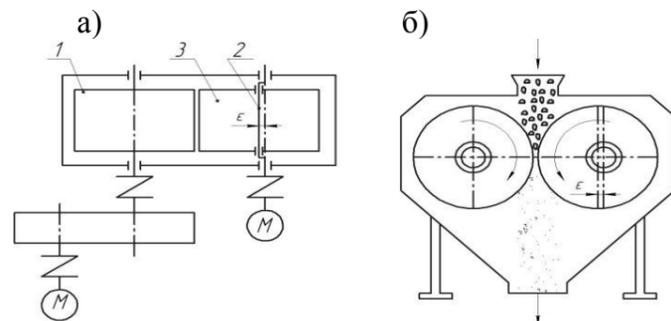


Рис. 1. Вибровалковый измельчитель: а – вид в плане; б – вид сбоку

Такое воздействие возможно осуществить, установив один из валков на эксцентриковом валу с возможностью свободного вращения, причем вращение эксцентрикового вала осуществляется в направлении, противоположном вращению второго валка. Это способствует хорошему захвату кусков исходного материала и их интенсивному разрушению не только путем сжатия, но и за счет значительных сдвиговых усилий.

Рабочий процесс вибровалкового измельчителя осуществляется следующим образом. Одновременно включаются электродвигатели и приводят во вращение соответствующие элементы конструкции, причем неподвижный валок и эксцентриковый вал 2 вращаются навстречу друг другу. При этом эксцентриковый вал 2 через опоры сообщает подвижному валку 3 круговые колебания с амплитудой 2ε . Исходный продукт подвергается интенсивному разрушению путем динамического высокочастотного сжатия со сдвигом.

Таким образом, выполнение эксцентричной установки оси одного из валков, позволяет увеличить объемное нагружение на частицы материала, они подвергаются интенсивному динамическому воздействию что приводит к повышению эффективности процесса измельчения и увеличению удельной производительности агрегата.

К. Ф. РУДНИЦКИЙ

Научный руководитель Л. В. СУДНИК, д-р техн. наук

ГНУ «ИНСТИТУТ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ»

ОХП «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИМПУЛЬСНЫХ
ПРОЦЕССОВ С ОПЫТНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ»

Минск, Беларусь

В данной работе рассмотрены вопросы использования литейной технологии для изготовления режущего инструмента. При использовании данной технологии появляется возможность переплава отходов инструментального производства (инструментальный лом, стружка, немерные отходы проката, металлоабразивный шлам) и предотвращается потеря ценных легирующих элементов при сбросе отходов в отвалы или смешивании их с ломом углеродистой стали.

Важнейшим технологическим приемом управления структурообразованием литых инструментальных сталей, обеспечивающим высокую эффективность инструмента, является модифицирование расплава добавками различных элементов.

В последние годы в качестве эффективных модифицирующих добавок при изготовлении инструмента из быстрорежущих сталей используются наноструктурированные добавки порошка вольфрама, карбида вольфрама и диборида титана. Указанные добавки, обладая размерами, входящих в их состав конгломератов, близкими с размерами формирующихся в расплаве кластеров, позволяют эффективно управлять процессом кристаллизации стали, изменяя длительность протекания перитектической реакции и оказывая избирательное действие на ее структуру.

На основании проведенных исследований и опытных плавок инструментальных быстрорежущих сталей установлено, что наномодифицирование быстрорежущей стали сильными карбидообразующими элементами (титаном, бором) в установленных количествах оказывает заметное влияние на морфологию структуры литой быстрорежущей стали, приводит к измельчению зерна (в 1,5–2 раза), раздроблению эвтектики, уменьшению количества неметаллических включений (в 1,5–2,5 раз) за счет инокулирующего, поверхностно-активного и рафинирующего воздействия. При этом повышается ударная вязкость в 1,2–1,3 раза и теплостойкость литой стали на 1–1,5 HRC, что приводит к улучшению эксплуатационных параметров.

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОДШИПНИКОВ
СКОЛЬЖЕНИЯ МЕТОДОМ ДУГОВОГО НАПЫЛЕНИЯ

Д. Н. САВИНОВ

Научный руководитель Е. А. ПАМФИЛОВ, д-р техн. наук, проф.

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Брянск, Россия

В настоящее время разработка новых технологий ремонта изношенных деталей или совершенствование существующих восстановительных операций становятся еще более актуальными, потому что стоимость новых машин такова, что, во многих случаях, эксплуатирующие организации зачастую не имеют возможности их приобретения.

Одним из видов восстановления деталей напылением является дуговое напыление (рис. 1).

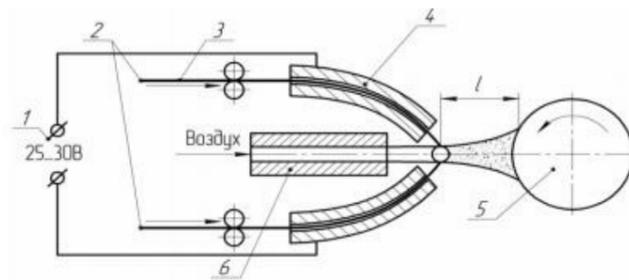


Рис. 1. Принципиальная схема дугового восстановления узла трения: 1 – источник питания; 2 – электродная проволока; 3 – изолированные ролики подачи проволоки; 4 – латунные направляющие; 5 – восстанавливаемая деталь; 6 – воздушное сопло

При восстановлении деталей таким методом возможно наносить на изношенную поверхность деталей слой толщиной до 0,8 мм. При данном виде нанесения восстанавливающего слоя, металл в виде двух электродных проволок расплавляется электрической дугой и под действием струи сжатого воздуха наносится на подготовленную восстанавливаемую поверхность.

Для обеспечения надёжной сцепляемости между деталью и нанесённым слоем, с детали необходимо удалить оксидную плёнку и придать требуемую шероховатость восстанавливаемой поверхности.

К достоинствам предлагаемого способа относится невысокая температура нагрева восстанавливаемой детали, не превышающая 150 °С. Обладает он и рядом недостатков, одним из которых является значительный расход металла и высокая трудоемкость, связанная с удалением оксидной пленки.

ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНОСТЬ СЖАТЫХ
КЕРАМЗИТОЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

А. С. САЛАНОВИЧ

Научный руководитель С. Д. СЕМЕНЮК, д-р техн. наук, проф.

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Снижение материалоемкости и массы строительных материалов особенно актуально при высотном строительстве, которое является перспективной особенностью больших городов, поскольку именно высотное строительство приводит к более значительной нагрузке нижних этажей, «удерживающих» верхние.

Один из способов решить эту важную строительную задачу – разработка и применение легких бетонов, в которых выше относительный показатель прочности на единицу плотности по сравнению с другими, ставшими уже традиционными тяжелыми бетонами.

Целью работы является исследование прочности и деформативности армированных элементов из легких бетонов на керамзитовом гравии.

Антикоррозионная защита арматуры железобетонных конструкций из легких, ячеистых и других пористых бетонов производится путем нанесения цементно-казеиновой, цементно-полистирольной или других видов обмазки. Но вследствие высокой проницаемости пористой структуры легких бетонов, они не могут служить надежной защитой для стальной арматуры.

Прочность легкого бетона зависит от многих факторов: вида и свойств заполнителей, вида и марки цемента, водоцементного отношения, расхода цемента, способа изготовления, условий твердения, средней плотности и др. Как правило, нет прямой пропорциональности между прочностью при сжатии и модулем упругости легких бетонов различных видов, и поэтому попытка создать универсальную формулу для вычисления значения модулей их упругости, как это имеет место в тяжелых бетонах, пока не увенчалась успехом.

Таким образом, производство конструкций и изделий из армированных легких бетонов является проблемой для Республики Беларусь, решение которой требует совместных усилий со стороны исследователей, разработчиков, производителей строительной продукции.

Так же вопросы о прочности и деформативности пока изучены не достаточно.

УДК 625.7

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ –
КЛЮЧЕВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Д. В. РЫБКОВ, Г. Д. ДОБОРДЖГИНИДЗЕ

Научный руководитель О. М. СТАРОЛАВНИКОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Информационное моделирование является ключевым направлением развития систем управления промышленными объектами в мире. Объединить информацию и документацию об объекте и представить ее в простом и наглядном виде помогает информационное моделирование.

Информационная модель служит единым электронным хранилищем и интерфейсом доступа к данным для всех специалистов, работающих на объекте. Данные отображаются в наглядной и понятной форме, например, фото- и видеоматериалах, чертежах и схемах, файлах документов, сферических панорамах и 3D моделях объектов. При выборе объекта или его элемента, информационная система предоставляет доступ ко всем связанным с ним данным и документам. Именно полнота и взаимосвязанность данных делают информационное моделирование наилучшим, а часто и единственным инструментом для поддержки процессов по обеспечению безопасности эксплуатации автомобильной дороги в самых разных ситуациях. На этапах проектирования, строительства автомобильной дороги необходимо готовить рабочую документацию с детальным и полным описанием всех элементов конструкции, предусматривающим технологию строительства и безопасную эксплуатацию автомобильной дороги. Класс разработки проекта уточняет уровень сложности, достигаемый при его создании: более сложные объекты заставляют использовать более прогрессивные системы автоматизации проектирования – САПР. Использование информационного моделирования создаст возможность повышения управляемости, прозрачности и предсказуемости производственных процессов автомобильной дороги: проектирование, строительство, эксплуатация.

Применение технологии информационного моделирования существенно повысит эффективность владения высокотехнологичными объектами на всех стадиях жизненного цикла и позволит достичь высокого уровня безопасности эксплуатации автомобильной дороги.

УДК 621.926

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ С ИГЛОФРЕЗЕРНЫМИ
РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

Т. Л. СИВАЧЕНКО

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

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. Шухова»

Белгород, Россия

К числу новых видов оборудования для дезинтеграторной обработки дисперсных материалов относится измельчитель с иглофрезерными рабочими органами. Его основу составляют щетки различных конструкций: цилиндрические, торцевые, плоские, жгутовые и другие. Механизм разрушения материала осуществляется торцами наборов стержневых металлических элементов. В зависимости от конструкции щёток и кинематики их движения характер воздействия на единичные частицы может быть различным: удар, истирание, срез, сдвиг, раздавливание, раскалывание, а также их комбинация.

За счёт изменения и варьирования параметров численными способами измельчения возможно создание технологических аппаратов различного функционального назначения. На основе системного анализа по критериям проявления характерного вида разрушения разработаны три измельчителя: дробилка ударного действия, валковая мельница и иглофрезерный истиратель. Технические решения этих аппаратов защищены патентами России [1] и Казахстана и описаны в литературе [2].

Описываемые конструкции изготовлены в виде опытных установок и на них проведены технологические испытания по измельчению различных материалов. В результате установлено, что иглофрезерные измельчители способны эффективно перерабатывать различные материалы минерального и органического происхождения с исходной крупностью до 20–30 мм и твердостью до 5–6 ед. по шкале Мооса, до размеров не менее 50 мкм. Область применения нового оборудования – измельчение волокнистых анизотропных материалов, домол и механоактивация вяжущих веществ при производительности от 0,1 до 200 т/час.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. №2540549, РФ МКИ В02С19/22. Установка для измельчения волокнистых материалов / С. Н. Глаголев [и др.] ; №2013102920/03 ; заявл. 09.09.13; опубл. 10.02.15, Бюл. №4.

2. Севостьянов, В.С. Иглофрезерные измельчители, их технологические возможности и пути развития / В. С. Севостьянов, Т. Л. Сиваченко // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2016. – № 1. – С. 69–77.

УДК 621

ОПЫТ МОДЕРНИЗАЦИИ УСТАНОВКИ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ
ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ «ПУСК – 83»

А. М. ТУРЛЕНКО, С. С. АЛЕХИН

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

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Брянск, Россия

Установка «Пуск – 83» предназначена для нанесения износостойкого покрытия из металлов и их соединений на рабочую поверхность инструмента. Разработка данной установки велась в середине прошлого века, для современного уровня развития технологий она является морально устаревшей.

Использовалась установка на кафедре для проведения лабораторных работ, в рамках учебного процесса. Физически изношенными можно считать лишь пару узлов. Износ произошел по ряду причин – неудачного расположения узла и из-за выхода из строя другого узла.

Система охлаждения является одним из главных узлов, обеспечивающих работоспособность. Проанализировав данный узел, совместно с научным руководителем, было принято решение о частичной замене данной системы.

Ряд изменений внесено в систему подачи сжатого воздуха, что обеспечило контроль над работоспособностью системы.

Ранее использование установки было приостановлено по причине выхода из строя источника питания. Прошлый источник являлся примитивным, подобен сварочному аппарату, имел большие габариты, часто происходили сбои в работе. Проведя анализ отечественного и зарубежного рынка подобных источников, в соотношении цены и заявленных характеристик, было принято решение приобрести новый источник питания фирмы ЭСТО-Эл модели «ELA-2*160/40». Источники данной модели имеют встроенный автоматический поджиг дугового разряда (до 100 Дж/имп.), повышенное напряжение хол. хода (120 В). Опции – 2-х канальный силовой коммутатор выходного тока, обеспечивающий управляемое перемещение катодного пятна дугового разряда по поверхности катода. Обеспечивается питание датчиков положения катодного пятна.

В настоящее время ведутся работы по подключению нового источника к установке, а также планируется после проведения испытаний, снова ввести установку в учебный процесс.

УДК 711.4

РОЛЬ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В УСТОЙЧИВОМ
РАЗВИТИИ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Д. В. РЫБКОВ

Научный руководитель Е. В. ГОРБЕНКОВА, канд. техн. наук

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Устойчивое развитие территорий направлено на создание качественной среды обитания, удовлетворяющей современные запросы общества, но сохраняющей природу и природные ресурсы для существования будущих поколений [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. Среди основных целей устойчивого развития города следует отметить удобство и доступность объектов городской инфраструктуры. Комфортность города как среды проживания определяется множеством факторов, среди которых важную роль играет транспортная инфраструктура. Транспортная инфраструктура относится к городской инфраструктуре и представляет собой комплекс учреждений и отраслей по автомобильным и грузовым перевозкам, а также поддержание в надлежащем состоянии всех связанных с этим отраслей.

Транспортная система должна обеспечивать все потребности населения территории в передвижениях, а элементы инфраструктуры – в полном объеме выполнять свои функции. Предпочтение необходимо отдавать устойчивым транспортным системам, обеспечивающим экологическую, социальную и экономическую эффективность [2]. Среди основных направлений развития транспортной инфраструктуры можно выделить следующие: совершенствование дорожного покрытия; совершенствование дорожных строительных конструкций; совершенствование элементов оборудования автомобильных дорог; обеспечение безопасности дорожного движения; организация управления дорожным движением.

Учитывая вышесказанное стоит отметить, что от степени развития транспортной инфраструктуры зависит уровень развития как отдельно взятого населенного пункта и региона, так и страны в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Щербина, Е. В.** Система градостроительных регламентов для обеспечения устойчивого развития территорий / Е. В. Щербина, М. А. Слепнев // Научное обозрение – 2016. – № 6. – С. 240–244.

2. **Sherbina E.** City planning issues for sustainable development / E. **Sherbina**, N. Danilina, D. Vlasov // International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 10, Number 22 (2015) pp 43131–43138 © Research India Publications. <http://www.ripublication.com>.

О. И. НАЛИВКО

Научный руководитель Л. А. СИВАЧЕНКО д-р техн. наук, проф.
Учреждение образования
«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Барановичи, Могилев, Беларусь

Многообразие существующих способов измельчения и конструкций для их реализации, помимо всего прочего, говорит о несовершенстве применяемых в технике машин. Развитие мельниц идет по многим направлениям, в том числе основывается на принципах минимизации размеров мельющих элементов при создании максимальных контактных напряжений в частицах разрушаемого материала. Одним из новых видов измельчительной обработки является иглофрезерный способ измельчения.

Для этого в качестве рабочих органов могут быть использованы наборы стержневых элементов, которые воздействуют консольными частями на обрабатываемую среду и обеспечивают интенсификацию контактных напряжений в частицах измельчаемого материала. Стержневые элементы собираются в жгуты, пакеты или щетки, которые устанавливаются на подвижных частях измельчительных машин. Для удобства пользования, приведенные наборы элементов могут быть объединены одним определением – иглофрезерные рабочие органы, а равно иглофрезерные измельчители или мельницы.

Иглофрезерные измельчители являются принципиально новым видом оборудования для помола и диспергирования, но в технике подобное устройство широко применяется в качестве инструмента для очистки поверхности и иглофрезерования различных материалов. Здесь накоплен большой опыт создания щеток различных конструкций и назначения, а также освоен их промышленный выпуск. Работа иглофрезерного измельчительного оборудования значительно отличается от работы щеток или фрез, работающих по металлу, но между ними много общего и это надо использовать при создании иглофрезерных измельчителе.

Разработаны новые конструкции иглофрезерных рабочих органов для измельчительных машин различного принципа действия: ударных, валковых, истирающих, вибрационных и др. В настоящее время проводятся работы по их доводке и подготовке для испытаний в производственных условиях, на предприятиях стройиндустрии, с целью определения потенциальных возможностей при помоле минеральных материалов, домола цемента и алюминиевой пудры.

А. С. ФЕДОСЕНКО

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

Порошки системы Fe – Al перспективны для нанесения защитных газотермических покрытий различного назначения. Особенностью материалов данной группы является высокая пластичность исходных компонентов обрабатываемой шихты. В процессе реакционного механического легирования (РМЛ), на начальной стадии обработки, для данных материалов характерно интенсивное налипание компонентов на стенки камеры и мелющие тела. Это нарушает процесс механосинтеза, приводит к значительному изменению химического состава продукта, а также снижает производительность процесса.

С целью уменьшения данного эффекта были проведены исследования, направленные на выбор вещества, дополнительно вводимого в композиции и обеспечивающего получение продукта оптимального гранулометрического состава. На практике для этой цели широко используются спирты, высшие жирные кислоты, вода, графит и др., которые обладают высокой плакирующей способностью, замедляя процесс грануляции. В исследованиях для данной цели были рассмотрены графит серебристый и стеариновая кислота.

Анализ полученных результатов позволил установить, что оба вещества оказывают существенное влияние на снижение среднего размера частиц получаемого продукта. Однако сравнительные эксперименты показали, что по эффективности измельчения стеариновая кислота в 4 раза превосходит графит серебристый. Кроме этого, исследования структуры плазменных покрытий показали, что при напылении порошкового материала, в состав которого вводился графит серебристый, формируемый слой отличается повышенной пористостью по сравнению с покрытием того же состава, полученным из материалов в исходную шихту которого вводили стеариновую кислоту.

Таким образом, было установлено, что в качестве вещества, обеспечивающего получение порошковых материалов необходимого гранулометрического состава, из шихты, компоненты которой отличаются высокой пластичностью, предпочтительным является использование стеариновой кислоты, содержание которой, в большинстве случаев, не превышает 0,3 % от массы загрузки.

УДК 666.117.2
СИТАЛЛОЦЕМЕНТЫ ДЛЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СПАЕВ

О. В. ХВОРИК, Е. Л. ВОРОНКОВИЧ
Научный руководитель Л. Ф. ПАПКО, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Создание твердооксидных топливных элементов – устройств для получения электрической энергии на базе оксидных твердых электролитов – требует наличия стеклообразных материалов для спаивания и герметизации ячеек данных элементов. В связи с этим актуальной является задача по разработке материалов для высокотемпературных спаев с рабочей температурой 800–900 °С и температурным коэффициентом линейного расширения (ТКЛР), превышающим $100 \cdot 10^{-7} \text{ К}^{-1}$.

Известные материалы для формирования вакуумплотных спаев представлены легкоплавкими стеклоцементами, полученными на основе системы $\text{ZnO-PbO-B}_2\text{O}_3$, температура спаивания которых составляет 380–600 °С, температура размягчения 350–445 °С. Стеклообразные материалы для высокотемпературных спаев, как правило, имеют низкий показатель ТКЛР, составляющий $(40-60) \cdot 10^{-7} \text{ К}^{-1}$.

Для получения высокотемпературных спаев проведена разработка ситаллоцементов – стекловидных материалов, кристаллизующихся в процессе формирования спая. На основе анализа литературных данных синтез исходных стекол проводился на основе стеклообразующих систем $\text{R}_2\text{O-RO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ и $\text{RO-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, где $\text{R}_2\text{O} - \text{Na}_2\text{O}, \text{K}_2\text{O}$; $\text{RO} - \text{MgO}, \text{CaO}, \text{BaO}, \text{SrO}, \text{ZnO}$. Содержание основных компонентов варьировалось в достаточно широких пределах, включающих, мас. %: SiO_2 35–53, B_2O_3 1–20; RO 30–58, R_2O 10–25. Синтез стекол проводился в корундовых тиглях в газовой пламенной печи периодического действия при температуре 1400–1450 °С. По результатам исследования технологических свойств синтезированных стекол, включающим оценку степени завершенности процессов стеклообразования и кристаллизационной способности, для получения ситаллоцементов выбраны стекла системы $\text{RO-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ при совместном введении CaO и BaO , CaO и SrO , ZnO .

Высокое содержание оксидов-модификаторов (45–58 мас. %) обеспечивает кристаллизацию порошкообразных стекол малоборных составов при температуре обжига 1050 °С. При этом температура размягчения формируемых ситаллоцементов повышается от 500–550 °С до 800–850 °С. ТКЛР ситаллоцементов составляет $(95-110) \cdot 10^{-7} \text{ К}^{-1}$. Высокие показатели ТКЛР являются условием согласования спаев с металлическими конструктивными элементами.

УДК 624.012
ПРИМЕНЕНИЕ СТАЛЕФИБРОБЕТОНА ДЛЯ УСИЛЕНИЯ СЖАТОЙ
ЗОНЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Ю. Г. МОСКАЛЬКОВА, И. Н. ШУРИНОВА, А. Г. ПОДГОЛИН
Научный руководитель С. Д. СЕМЕНЮК, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Основной целью экспериментальных исследований работы железобетонных изгибаемых элементов, усиленных наращиванием сжатой зоны, является определение наиболее эффективного метода усиления на основе сравнения различных материалов, используемых для этой цели, как новых (сталефибробетон), так и традиционных (мелкозернистый бетон).

Эффективность применения сталефибробетона может быть достигнута за счет снижения трудозатрат на арматурные работы, сокращения расхода стали и бетона (за счет уменьшения толщины конструкций), совмещения технологических операций приготовления бетонной смеси и ее армирования, что приводит к снижению трудоемкости изготовления конструкций до 30 % и экономии строительных материалов.

Существует два основных класса фибры для упрочнения бетона:

- из полимерных материалов (обычно полипропиленовая);
- металлическая (стальная).

Полипропиленовая фибра улучшает характеристики бетона в первоначальный период набора прочности бетоном. Стальная фибра улучшает характеристики бетона после набора бетоном прочности – выполняет силовые функции.

Стальная фибра обычно изготовлена из стальной проволоки длиной от 30 до 80 мм, диаметром 0,5–1,2 мм, прочность на растяжение около 1000 МПа и более. Фибра может быть изготовлена из нержавеющей стали, из обыкновенной стали с покрытием и без покрытия. Номинальный расход 20–40 кг на 1 м^3 бетона.

Важным параметром для фибры является отношение длины к диаметру l_f/d_f , которое обеспечивает эффективную работу фибры в бетоне и хорошее сцепление. Желательным является отношение, принимаемое в пределах 80–100.

Наращивание выполняется со стороны одной или двух граней усиливаемой конструкции. Толщина наращивания определяется расчетом.

Применение сталефибробетона как альтернативного материала для усиления сжатой зоны железобетонных изгибаемых элементов является перспективным направлением в связи с его преимуществами по сравнению с мелкозернистым бетоном.

делять усилия в его сечении, передавая большую часть усилий на арматуру.

В работе [1] отмечено, что при верхнем уровне нагружения $\eta_{top} = 0,45; 0,60; 0,75; 0,81$, увеличение прочности составило соответственно 1,12; 1,10; 1,07; 1,02 %. Анализируя результаты, авторы работы [1] пришли к выводу, что малоцикловое нагружение влияет на изменение прочности бетона, которое может быть описано уравнением

$$\frac{f_{cm,cyc}}{f_{cm}} = 1 + 0,486\eta_{top} - 0,556\eta_{top}^2 \quad (1)$$

Согласно этому уравнению, наибольший прирост прочности наблюдается при уровне $\eta_{top} = 0,43$ и составляет 10,5 %.

В работах [2,3] экспериментально-статистические исследования напряженно-деформированного состояния бетона показали линейную зависимость между секущим модулем упругопластичности E'_{cm} и уровнем нагружения η , зависимость между которыми в работе [1] определяется следующим образом:

$$E'_{cm,cyc} = E'_{c0} \left(1 - \frac{\lambda_{cR,cyc} \sigma_{c,cyc}}{f_{cm,cyc}} \right) \quad (2)$$

Чем ниже верхний уровень нагружения, тем выше начальный модуль упругости бетона по сравнению с образцами, испытанными монотонным нагружением, то есть при низких и средних уровнях нагружения начальный модуль упругости бетона E_0 увеличивается на 20–30 %; при высоких уровнях нагружения – практически не изменяется, что отмечается в работе [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Бабич, С. М.** Міцність і деформативність важкого бетону при малоцикловому стисненні / С. М. Бабич, Н. І. Ильчук // Ресурсоєкономні матеріали, конструкції, будовлі та споруди : зб. наук. праць / НУВГП ; редкол. : С. М. Бабич [та інш.]. – Рівне, 2003. – Вип. 9. – С. 116–123.
2. **Гомон, С. С.** Напружено-деформований стан бетону за малоциклових навантажень з урахуванням фактора середовища / С. С. Гомон, М. С. Зінчук // Ресурсоєкономні матеріали, конструкції, будовлі та споруди : зб. наук. праць / НУВГП ; редкол. : С. М. Бабич [та інш.]. – Рівне, 1999. – Вип. 2. – С. 85–89.
3. **Тахтай, Д. А.** Прочность и деформативность бетона при внецентренном циклическом нагружении / Д. А. Тахтай, В. И. Веретенников, А. А. Бармотин // Коммунальное хоз-во городов: науч.-техн. сб. – Киев, 2004. – № 60. – С. 53–65.

УДК 621

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ НА НПЗ

Т. М. ХРИСАНЕНКОВА

Научный руководитель М. А. НОВИКОВА

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

Нефть в современном мире является сырьем для большого числа продуктов в производственной и бытовой сфере.

Первичная переработка нефти включает в себя такие процессы, как очистка: обезвоживание, обессоливание, отгонка летучих УВ; перегонка: термическое разделение нефти на фракции, основанное на разности $t_{кип}$.

Фракционную перегонку нефти осуществляют в атмосферных трубчатых установках, состоящих из трубчатой печи (нефть нагревается за счет теплоты выделяющегося при сжигании природного газа до высокой температуры) и ректификационной колонны (где происходит разделение на фракции). Схема установки для перегонки нефти приведена на рис. 1.

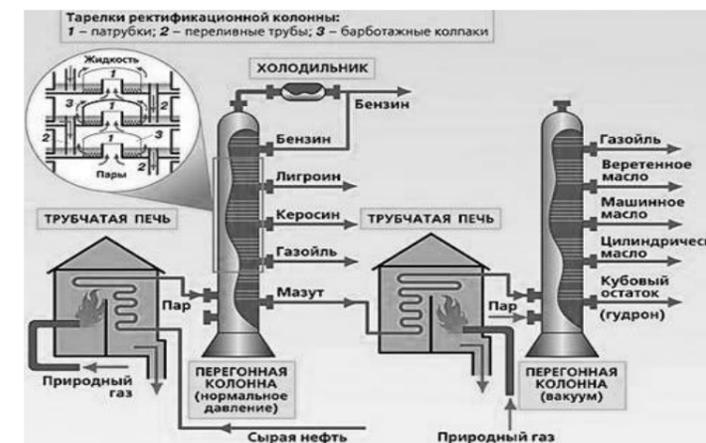


Рис. 1. Схема установки для перегонки нефти

Ректификационная колонна снаружи изолирована асбестом, внутри имеется 40 стальных горизонтальных перегородок – тарелок с патрубками.

Технология переработки нефти на НПЗ постоянно совершенствуется. На отечественных предприятиях отмечается увеличение эффективности переработки сырья по параметрам: глубина переработки, увеличение отбора светлых нефтепродуктов, снижение безвозвратных потерь и др. Дальнейшей целью является повышение качества выпускаемых продуктов до евростандартов и снижение техногенного воздействия на окружающую среду [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электронная библиотека [Электронный ресурс]: Нефть и ее переработка. URL: <http://kursak.net/neft-i-ee-pererabotka/>

УДК 666.295.3
ИЗНОСОСТОЙКИЕ ПОЛУФРИТТОВАННЫЕ ГЛАЗУРНЫЕ ПОКРЫТИЯ
ПЛИТОК ДЛЯ НАСТИЛА ПОЛОВ

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

Одним из перспективных направлений в области получения износостойких покрытий плиток для настила полов является разработка составов глазурных композиций с пониженным содержанием циркониевых соединений. В связи с этим, в настоящем исследовании изучалась возможность синтеза износостойких глазурей, содержащих в своем составе сниженное до 4,0 мас. % количество циркобита. Сырьевая композиция для получения полуфриттованных глазурей включала следующие компоненты, мас. %: полевой шпат – 22,5–32,5; доломитовая мука – 12,5–22,5; алюмоборосиликатную фритту ОР (патент РБ 15539) – 20,0–30,0; при постоянном содержании технического глинозема, кварцевого песка, каолина, циркобита, огнеупорной глины и микроволластонита, суммарное количество которых – 35,0 мас. %.

Проведенные исследования декоративно-эстетических характеристик и физико-химических свойств синтезированных глазурей показали, что в рассматриваемой системе сырьевых материалов формируются покрытия белого цвета, имеющие бархатистую фактуру поверхности, белизна которых составляет 86–87 %, блеск – 15–20 %, микротвердость – 4825–6683 МПа, ТКЛР находится в интервале $(69,3–73,7) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$, степень износостойкости – 1–2. Все глазури оказались термически и химически стойкими в соответствии с ГОСТ 27180–2001.

При помощи микронзондового и рентгенофазового анализов установлено, что структура покрытий состоит из стекловидной фазы, в которой равномерно распределены оплавленные кристаллы циркона неизометричной формы размером 1–10 мкм, хаотично ориентированные таблитчатые кристаллы размером 5–15 мкм, принадлежащие анортиту, и характерные для корунда столбчатые кристаллы, размером около 1 мкм.

Таким образом, в выбранной системе сырьевых материалов формируются качественные глазури белого цвета, отвечающие по физико-химическим свойствам и декоративно-эстетическим характеристикам требованиям ГОСТ 6787–2001. Керамическую плитку, декорированную разработанными глазурными покрытиями, рекомендуется применять для настила полов в ваннах и туалетных комнатах жилых зданий (ГОСТ 6787–2001).

УДК 624.012
ДЕФОРМИРОВАНИЕ БЕТОНА ПРИ МАЛОЦИКЛОВОМ
НАГРУЖЕНИИ

Ю. Г. МОСКАЛЬКОВА, А. С. САМСОНОВА
Научный руководитель С. Д. СЕМЕНЮК, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

К малоцикловым относятся нагружения с количеством циклов $n \leq 2 \cdot 10^4$. Не многократно повторными нагружениями также являются нагружения с числом циклов для бетонных конструкций 10–500. К малоцикловым относятся временные нагрузки, такие как: ветровые; снеговые; нагрузки; вызванные землетрясением; от массы людей; мебели.

На диаграмме деформирования бетона были выделены две параметрические точки, характеризующие процесс трещинообразования в процессе нагружения. Первая – граница микроразрушения $\eta_{\text{сгс}}^0$ (нижняя граница микротрещинообразования), она определяется уровнем нагружения, при котором начинается процесс разупрочнения и в теле бетона появляются микротрещины отрыва. Вторая – $\eta_{\text{сгс}}^V$ (верхняя граница микротрещинообразования) определяется уровнем нагружения, при достижении которого в процессе увеличения нагрузки в бетоне развиваются псевдопластические деформации и происходит накопление микроразрушений, в результате чего происходит слияние микротрещин в макротрещины, которые приводят к разрушению бетонной матрицы.

При малоцикловом нагружении бетонного образца, пластические деформации при разгрузке до нижнего уровня напряжений η_{low} имеют больший диапазон, чем при нагружении до верхнего уровня η_{top} , то есть имеет место так называемый «эффект Баушингера»: увеличение начальных пластических деформаций приводит к снижению прочностных характеристик бетона. Для бетона при однократном нагружении данный эффект не наблюдается, однако, при не многократно повторной нагрузке (малоцикловое нагружение), когда на каждой ступени нагружения развиваются и накапливаются пластические деформации, эффект Баушингера проявляется явно.

Экспериментально доказано, что предельная сжимаемость бетона и несущая способность элементов после повторных нагрузок несколько ниже, чем при однократном нагружении. Это явление объясняется суммарным накоплением микроразрушений в бетоне вследствие предыдущих нагружений и снижением пластических свойств материала. Наличие армирования увеличивает упругие свойства элемента и позволяет перераспре-

УДК 625.7

РАСЧЕТ И АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ
АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

И. С. МЕЛЬНИКОВА, К. Н. ДАЙНЕКО, Д. Н. ДРОЗДОВ

Научный руководитель Т. А. ПОЛЯКОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Анализ наиболее распространенных характерных дефектов асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог свидетельствует о влиянии на их образование высоких температур, возникающих на поверхности покрытия в летний период. С учетом того, что по данным Республиканского гидрометеорологического центра за последние 25 лет среднегодовая температура в Республике Беларусь выросла на 1–2 °С, а начало весенне-летнего периода наступает значительно раньше, изучение температурного режима работы покрытия является актуальным.

Были проведены теоретические расчеты температуры поверхности асфальтобетонного покрытия и распределение ее по толщине слоя 10 см при работе в разных условиях – в тени и на солнце в утреннее и вечернее время. При этом использованы теоретические методики белорусских и немецких ученых. Также был выполнен расчет поля распределения температур покрытия по глубине методом конечных элементов.

Выполненные натурные измерения температуры покрытия автомобильной дороги с применением тепловизора подтвердили теоретические расчеты.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что асфальтобетонные покрытия особенно в жаркий летний период находятся под воздействием высоких температур (до +50 °С), что, безусловно, влияет на образование опасных сдвиговых деформаций в покрытии. Причем зона с наиболее высокими температурами находится в пределах до 7,5 см, т. е. затрагивает как верхний, так и нижний слои покрытия. В дальнейшем по глубине слоя идет значительное снижение температуры. Выявлен и наиболее опасный, с данной точки зрения, период времени в течение суток – с 13 до 17 ч. В то же время, даже небольшое снижение температуры на поверхности покрытия ведет к уменьшению глубины распространения максимальных значений температур.

УДК 621.922.024

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АБРАЗИВНОГО ШНУРА

Н. Л. ШУХНО

Научный руководитель В. В. РУБАНИК, чл.-корр. НАН Беларуси,

д-р техн. наук

Государственное научное учреждение

«ИНСТИТУТ ТЕХНИЧЕСКОЙ АКУСТИКИ НАН Беларуси»

Витебск, Беларусь

На сегодняшний день сферы, в которых активно используют абразивный инструмент, довольно разнообразны: обработка металлов, железобетона, камня, пластмасс, стекла, дерева, кожи и многих других материалов. Такой спрос объясняется тем, что, на данный момент, абразивный инструмент зарекомендовал себя как наиболее эффективное средство обработки металлического, синтетического и минерального сырья.

Получение поверхности гибкого абразивного шнура основывается на сцеплении зерен абразивного порошка с тканой либо полимерной основой технического шнура с помощью клеевой массы. В качестве абразива может применяться любой абразивный порошок с дисперсностью и твердостью в зависимости от необходимого качества обработанной поверхности (дисперсность порошка может меняться от 5 до 100 мкм).

В качестве материалов для получения абразивного шнура были использованы синтетический технический шнур и порошок электрокорунда Al_2O_3 .

Технология включает пропускание заготовки через емкость с абразивом и связующим, сушку в трех термопечах при температуре 350 °С, что позволяет изделию приобрести конечную структуру покрытия.

Технические характеристики полученного гибкого абразивного шнура (рис. 1): диаметр 1,5–4 мм; усилие разрыва до 200 Мпа; относительное удлинение от 10 %.



Рис. 1. Гибкий абразивный шнур

Применение абразивного шнура обеспечивает чистоту поверхности обрабатываемой детали на уровне 0,32–0,16 Ra.

УДК 681.516.75

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
АРГОНОДУГОВОЙ ОРБИТАЛЬНОЙ СВАРКИ ТОЛСТОСТЕННЫХ
ТРУБОПРОВОДОВ ОТВЕТСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

С. В. ГУБА

Научный руководитель Е. Е. КОВШОВ, д-р техн. наук, проф.
АО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И КОНСТРУКТОРСКИЙ
ИНСТИТУТ МОНТАЖНОЙ ТЕХНОЛОГИИ-Атомстрой» ГК «РОСАТОМ»
Москва, Россия

Необходимость радикального улучшения условий труда и снижения влияния вредных производственных факторов предопределили необходимость внедрения и развития новых технологий и оборудования автоматической сварки. Наиболее актуальной является научно-практическая задача автоматизации сварки трубопроводов диаметром более 300 мм с толщиной стенки более 30 мм.

Важным аспектом при решении поставленной задачи является снижение влияния человеческого фактора при применении автоматического сварочного оборудования за счет использования систем управления (СУ) технологическим процессом по параметрам свариваемых деталей.

Существующие системы управления автоматизированными сварочными комплексами за последнее десятилетие шагнули далеко вперед, что позволило существенно снизить количество дефектов в сварных соединениях, повысить производительность труда и сократить трудозатраты. Однако столь высокотехнологичная сфера не стоит на месте и требует изыскания всё новых путей повышения качества выполняемых работ и сокращения их себестоимости. Одним из способов решения рассматриваемой задачи является внедрение синергетической составляющей в программное обеспечение (ПО) аппаратной части орбитальных сварочных комплексов, которая при условии разработки оптимальных алгоритмов и высокоэффективных моделей управления процессом сварки и создания инфраструктуры, реализующей эти разработки, позволит существенно минимизировать влияние внешних факторов на качество сварных соединений. При этом решается важная научная задача построения надежных и эффективных СУ технологическим процессом аргонодуговой сварки трубопроводов ответственного назначения, обеспечивающих повышение качества сварного соединения.

Конечное программно-алгоритмическое решение, обеспечивая высокоэффективное управление процессом аргонодуговой сварки и при этом сохраняя все положительные качества привычного ПО, становится многофункциональным, за счет опционального доступа к возможности полного или частичного изменения основных параметров режима сварки.

УДК 621.9

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДЕКОРАТИВНЫХ ИЗДЕЛИЙ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИМЕРНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

О. Ю. МАРКО, Н. В. ЛОБИКОВА, Д. И. АЛЬХОВИК

Научный руководитель Р. П. СЕМЕНЮК

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

Проблема переработки отходов в условиях современной индустриализации и глобализации мало кого может оставить равнодушным. Достижение устойчивых моделей потребления и производства приводит к увеличению эффективности и повышению производительности труда, гарантируя, что человеческая жизнедеятельность не выйдет за рамки потенциальных возможностей планеты по ее аккумуляции, а права будущих поколений будут уважаться и соблюдаться.

В Беларуси переработкой бытовых отходов занимается завод «РеПлас-М» – предприятие по переработке пластиковых бутылок и полиэтиленовой плёнки. Однако эффективная переработка этикеток невозможна, поскольку в состав большинства, помимо различных полимеров, входят: краска, клеящие вещества и бумага. В настоящее время на заводских складах скопилось около 300 т этикеток, между тем каждый месяц поступает еще 8 т продукта. В месяц за эксплуатацию специальных свалок предприятию приходится платить около 200 млн р.

Было проведено исследование по использованию отходов от вторичной переработки пластиковых бутылок, а точнее пластиковой этикетки в измельченной форме, которую в дальнейшем принято было называть Пласт-Флоки. Материал использовался в качестве наполнителя вместе с гипсовым вяжущим веществом.

Была изготовлена серия образцов с различным содержанием наполнителя, чтобы определить оптимальный состав. Наилучшие результаты были достигнуты при добавлении 2,55 % наполнителя.

В качестве финального изделия была выбрана плитка для внутренней отделки. Получившиеся изделия имеют привлекательный внешний вид, имеющий сходство с натуральным камнем (в т. ч. с мрамором), легко поддаются окрашиванию, обладают высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами. Для закрепления изделий не нужны специальные составы, достаточно использовать обычный плиточный клей. Использование Пласт-Флоки в качестве наполнителя обеспечивает безопасную утилизацию отходов химической промышленности, что особенно ценно в условиях повышения уровня индустриализации. Благодаря наполнителю Пласт-Флоки расход гипса уменьшается на 30 %, что снижает стоимость изделий.

УДК 625.8
СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ВЫБОРУ МАШИН, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ
ДЛЯ РЕМОНТА АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

Д. Ю. МАКАЦАРИЯ
Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ИНСТИТУТ МВД Республики Беларусь»
Могилев, Беларусь

Выбор оптимальных машин для формирования эффективных транспортных и технологических комплексов является сложной и многосторонней задачей. С одной стороны, необходимо обеспечить максимальную скорость проведения работ, а, с другой, сократить расходы на эксплуатацию машин и механизмов. Традиционные способы выбора машин для дальнейшего их использования в комплексах позволяют решить только одну из проблем. Для обеспечения максимальной скорости проведения работ необходимо использовать машины, обладающие наибольшей производительностью, которые зачастую являются дорогостоящими.

Современный подход к выбору машин основывается на изучении всей совокупности техники, находящейся в парке строительных и дорожных машин. Проводится анализ возраста данных машин, их наработки с начала эксплуатации. Кроме этого, изучается номенклатура новой техники, ее выходные параметры и стоимость приобретения. Это необходимо для поиска резервов формирования эффективного комплекта машин на основе техники, находящейся в эксплуатации.

Процесс формирования комплектов машин для ремонта асфальтобетонного дорожного покрытия основывается на разделении всей технологии на отдельные операции. Необходимо определить операции, для реализации которых подходят машины парка, находящиеся в эксплуатации. Затем необходимо выполнить поиск резервов приобретения особого технологического оборудования, необходимого для реализации оставшихся операций. Сформированный комплект машин должен исключать машины, которые подходят по технологии, но имеют недостаточную связь технико-экономических показателей эксплуатации. Применение такого комплекта не будет эффективным. Использование более надежной и высокопроизводительной импортной техники должно осуществляться в комплекте с аналогичными машинами. При применении в комплекте менее надежной техники начинают учащаться технологические простои и расти эксплуатационные затраты, что будет влиять на увеличение сроков проведения работ.

УДК 621.791.763.2
ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА СВАРКИ С ДВУХСТРУЙНОЙ ГАЗОВОЙ
ЗАЩИТОЙ НА РАЗМЕРЫ СВАРНОГО ШВА

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

Особенностью сварки с использованием двухструйной газовой защиты является то, что защита расплавленного металла осуществляется двумя коаксиальными потоками газов. Это возможно благодаря специальной конструкции сопла, которое имеет два канала: центральный и кольцевой. В предложенном способе защиты, по центральному каналу сопла подается аргон, по кольцевому – углекислый газ. Благодаря частичному их перемешиванию, в зоне горения дуги образуется защитная смесь, состав которой можно гибко изменять. При сварке с использованием данной технологии защиты присутствуют некоторые особенности формирования сварного шва.

Важным вопросом является исследование характера проплавления основного металла. С целью изучения влияния параметров режима на геометрические параметры шва, была проведена серия экспериментов по наплавке валиков на пластины на различных режимах сварки. Для обеспечения постоянства параметров, наплавка производилась в автоматическом режиме. В ходе проведения экспериментов изменялись такие параметры как напряжение на дуге и сила сварочного тока. Скорость перемещения сварочной горелки и вылет электродной проволоки оставались постоянными. С целью оценки особенностей формирования шва в различных типах защитной атмосферы наплавка производилась как с использованием двухструйной газовой защиты, так и с традиционной защитой омывающим потоком защитного газа (82 % Ar + 18 % CO₂). При использовании двухструйной защиты расходы газовых компонентов выбирались таким образом, чтобы в зоне горения дуги получить смесь близкую к 82 % Ar + 18 % CO₂.

В результате проведенных исследований определена зависимость геометрических размеров сварного шва от параметров режима сварки для каждого из используемых типов газовой защиты.

Анализ полученных результатов показал, что применение предлагаемой технологии двухструйной газовой защиты позволяет благоприятным образом изменить характер проплавления основного металла по сравнению с традиционным способом подачи защитного газа.

УДК 621.791.763.2
ОБ ОСОБЕННОСТЯХ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
ПРОЦЕССА КОНТАКТНОЙ РЕЛЬЕФНОЙ СВАРКИ ПО МОЩНОСТИ
ТЕПЛОВЛОЖЕНИЯ В МЕЖЭЛЕКТРОДНУЮ ЗОНУ

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

Контактная рельефная сварка представляет собой термомеханический процесс со сложной взаимосвязью электрических и термомеханических параметров, характер изменений которых в процессе сварки не имеет строгого математического описания. Конечной целью рельефной сварки, как технологического процесса, является получение литой зоны заданных геометрических размеров с оптимальными металлургическими изменениями в зоне термического влияния.

Ранее была разработана система автоматического управления, в основе которой использован графический программный код имитации процесса регулирования параметров режима рельефной сварки в программной среде LABVIEW, позволяющий с помощью устройства сбора данных NATIONAL INSTRUMENTS, датчиков тока и напряжения и устройства согласования сигналов рассчитывать фактические значения вводимой в межэлектродную зону энергии. По принципу действия данная система управления является стабилизирующей системой активного контроля, которая в режиме реального времени корректирует время протекания сварочного тока и прекращает процесс сварки по достижении вложенной энергией наперед заданного значения.

Разрабатываемая система регулирования по мощности тепловложения в межэлектродную зону является корректирующей, т. к. в ней необходимое для компенсации изменение режима сварки должно определяться в каждом последующем полупериоде сетевого напряжения с учетом заданной и измеренной величины мощности в предыдущем полупериоде. Кроме датчика тока ДТ и напряжения ДН в данной системе предусматривается датчик перемещения подвижного электрода ДП, позволяющий контролировать характер деформирования рельефов и фиксировать окончание процесса сварки при их полной осадке. Блок вычислений БВ с помощью датчиков ДТ и ДН позволяет измерять мощность и сравнивать ее с заданной, по результатам сравнения производится коррекция воздействия на тиристорный контактор КТ через фазосдвигающее устройство ФСУ.

С помощью данной системы необходимо разработать технологические рекомендации по выбору параметров режима рельефной сварки для обеспечения требуемой прочности соединений при минимизации тепловложения в межэлектродную зону.

УДК 621.22
ТЕПЛОВОЙ НАСОС – РАЦИОНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Н. В. ЛОБИКОВА
Научные руководители О. М. ЛОБИКОВА;
С. Д. ГАЛЮЖИН, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

На Саммите ООН в г.Нью-Йорк 2015 г. определены семнадцать целей в области устойчивого развития на период до 2030 г. Седьмая цель касается развития использования возобновляемых источников энергии. В ходе Саммита государства-члены ООН впервые пришли к историческому соглашению по поводу достижения глобальной цели по устойчивой энергетике. Она включает в себя задачи по обеспечению всеобщего доступа к современным источникам энергии, увеличение доли возобновляемых источников и повышение эффективности ее использования.

Одним из путей решения поставленных задач является повышение энергоэффективности зданий, и, в частности, использование тепловых насосов для системы отопления, горячего водоснабжения, а также для системы кондиционирования. Основным отличием теплового насоса от других генераторов тепловой энергии (электрических, газовых и дизельных) является то, что при производстве тепла до 80 % энергии извлекается из окружающей среды. Рассмотрим принцип действия простейшего теплового насоса. Простейший тепловой насос содержит компрессор, конденсатор, испаритель и регулятор потока (терморегулирующий вентиль). Из компрессора парообразный фреон поступает в конденсатор, который представляет собой теплообменник, через который вентилятором продувается воздух помещения. При конденсации фреона выделяется тепловая энергия, которая нагревает воздух помещения. После конденсации жидкий фреон поступает через регулятор потока в испаритель. Регулятор потока в результате дросселирования понижает давление жидкого фреона до такой величины, при которой происходит его испарение. Энергия, необходимая для испарения, забирается из окружающей среды.

При работе теплового насоса на привод компрессора затрачивается электроэнергия, а тепловая энергия отдается в помещение. Отношение данной тепловой энергии к затрачиваемой электрической называется коэффициентом трансформации или коэффициентом преобразования теплоты. Этот коэффициент является показателем эффективности тепловых насосов. Он зависит от температуры окружающей среды, в которую помещен испаритель и в современных насосах достигает 4, поэтому тепловые насосы находят все более широкое применение.

УДК 691.32
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ
КОНСТРУКТИВНОГО БЕТОНА НА РАЗЛИЧНЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЯХ

Д. С. ЛЕОНОВ

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

Водопоглощение характеризует способность бетона впитывать влагу в капельно-жидком состоянии; оно зависит главным образом от характера пор. Водопоглощение тем больше, чем больше в бетоне капиллярных сообщающихся между собой пор.

Образцы для испытаний могут быть правильной формы или неправильной. В данной работе были изготовлены образцы в форме кубиков с размером ребра 100 мм.

Образцы для испытаний изготавливались сериями, состоящими из шести образцов каждая.

Был определен распыл данных смесей:

- бетонной смеси со щебнем 583 мм;
- бетонной смеси с ломом 536 мм;
- бетонной смеси 50:50 562 мм;
- бетонной смеси 70:30 571 мм.

В бетонной смеси, приготовленной с применением продуктов дробления бетонного лома, несмотря на более высокий расход воды, распыл заметно меньше, что свидетельствует о высокой водопотребности вторичного заполнителя.

Бетонный лом обладает значительным водопоглощением и при введении его в смесь поглощает из цементного раствора часть воды. Наиболее интенсивно этот процесс происходит впервые 10...15 мин после приготовления бетонной смеси. На первом этапе бетонный лом поглощает влагу, способствуя получению более плотного и прочного контактного слоя цементного камня. На втором этапе, при уменьшении количества воды в цементном камне вследствие гидратации цемента, бетонный лом возвращает ранее поглощенную воду, создавая благоприятные условия для протекания гидратации цемента и уменьшая усадочные явления в цементном камне. Высокая шероховатость поверхности бетонного лома обеспечивает хорошее сцепление между цементным камнем и заполнителем.

УДК 621.791.763.2
ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕНОСА ЭЛЕКТРОДНОГО МЕТАЛЛА ПРИ
ДУГОВОЙ СВАРКЕ С ДВУХСТРУЙНОЙ КООКСИАЛЬНОЙ ПОДАЧЕЙ
ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ В ЗОНУ ГОРЕНИЯ ДУГИ

А. О. КОРОТЕЕВ

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

Традиционно для защиты зоны горения дуги от воздуха при сварке используется струйная газовая защита, при которой расплавленный металл сварочной ванны защищается однородной струей газа, истекающей из сопла сварочной горелки. В предлагаемой технологии сварки защита осуществляется коаксиальными потоками двух газов, имеющими различные функции и задачи. При таком способе газовой защиты один газ (углекислый газ) подается по внешнему кольцевому каналу, другой (аргон) – по центральному трубчатому каналу.

Защитная газовая атмосфера образуется благодаря турбулентному взаимодействию потоков углекислого газа и аргона, в результате чего в зоне сварки образуется смесь с требуемым процентным соотношением компонентов. Такая технология обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционными способами газовой защиты, однако исследована недостаточно, что ограничивает её применение в реальных условиях производства.

При сварке плавящимся электродом в защитном газе важную роль играет характер плавления и переноса электродного металла. Он определяет технологические характеристики и область применения процесса сварки.

На основании экспериментальных исследований нами установлено, что характер переноса электродного металла при двухструйной подаче газов в зону сварки отличается от процесса сварки в однородном струйном потоке газовой смеси Ar+CO₂ большей частотой отрыва капле. Кроме того, отмечено, что струйный характер переноса можно получить при меньших значениях силы сварочного тока. Это становится возможным благодаря неравномерности состава защитной газовой атмосферы вдоль оси сварочной проволоки. При удалении от поверхности свариваемого изделия концентрация углекислого газа в образующейся газовой смеси уменьшается и процесс плавления электродной проволоки становится подобным процессу в чистом аргоне.

В результате проведенных нами исследований определены оптимальные значения параметров режима сварки с точки зрения стабильности процесса горения дуги, а также переноса электродного металла.

УДК 621.791.763.2

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА
ГАЗОВОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ СВАРКЕ

Д. В. ПОДОЙНИЦЫН

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

При сварке плавящимся электродом, для защиты сварочной ванны и зоны сварки от воздействия атмосферы используется струйная газовая защита. Она обеспечивается однородной струей газа, истекающей из сопла сварочной горелки. При коаксиальной подаче защитных газов, в процессе формирования защитной атмосферы участвуют две струи равноименных газов, имеющих различные функции и задачи. Один газ (углекислый газ) подается по внешнему кольцевому каналу, в то время как второй (аргон) – по центральному каналу.

В процессе сварки образуется смесь двух газов, процентное соотношение которых можно регулировать. Это является существенным преимуществом над традиционными способами организации защиты, однако технологические особенности применения данной технологии на практике исследованы недостаточно.

При исследовании данной технологии невозможно обойтись без анализа состава защитной газовой атмосферы в зоне сварки. Для этого была создана математическая модель в программном обеспечении SolidWorks Flow Simulation, а полученные результаты расчетов были проверены экспериментальным путем. Т. к. исследование состава защитной газовой атмосферы в реальных условиях сварки затруднено, для оценки адекватности математического моделирования предлагается косвенное сравнение химического состава наплавки, выполненной в готовой газовой смеси (полученной с помощью газового смесителя), и с использованием предлагаемой нами коаксиальной подачи газов с расходами, обеспечивающими аналогичный состав защитной атмосферы в зоне сварки. Наплавка осуществлялась в автоматическом режиме для обеспечения стабильности процесса сварки. Для этого горелка сварочного сопла фиксировалась на тракторе сварочного автомата. Это позволило существенно снизить колебания силы сварочного тока, а также возмущения в формировании защитной атмосферы дуги.

Анализ полученных данных показал достаточную сходимость результатов моделирования с полученными экспериментальными данными.

УДК 624.138.26

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЕРТИКАЛЬНОГО АРМИРОВАНИЯ
ГРУНТА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЖИЛОГО ДОМА В Г. БРЕСТЕ

П. В. ЛАПАТИН

Научный руководитель В. Н. КРАВЦОВ, канд. техн. наук, доц.
Научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие
по строительству «Институт БелНИИС»
Минск, Беларусь

Работа по усилению песчаной подушки толщиной 3,2–4,41 м под фундаментную плиту вновь возводимого жилого дома в г. Бресте была обусловлена несоответствием фактического коэффициента уплотнения $K_{com} = 0,84–0,93$ проектному значению равному $K_{com} = 0,98$. Технико-экономическое сравнение вариантов упрочнения грунта показало, что наиболее эффективной технологией является его вертикальное армирование готовыми (забивными) сваями.

Расчет вертикального армирования выполнен согласно «Рекомендации по проектированию и устройству вертикально армированных оснований (геомассивов) для плитных фундаментов зданий и сооружений в грунтовых условиях Республики Беларусь» и ТКП 45-5.01-254-2012. В качестве армоэлементов применялись забивные сваи с квадратным поперечным сечением 30x30 марки СП 40.30-2 и СП 50.30-4 СТБ 1075-97 с шагом от 1 до 1,5 м. План и разрез вертикально армированной песчаной подушки представлены на рис. 1.

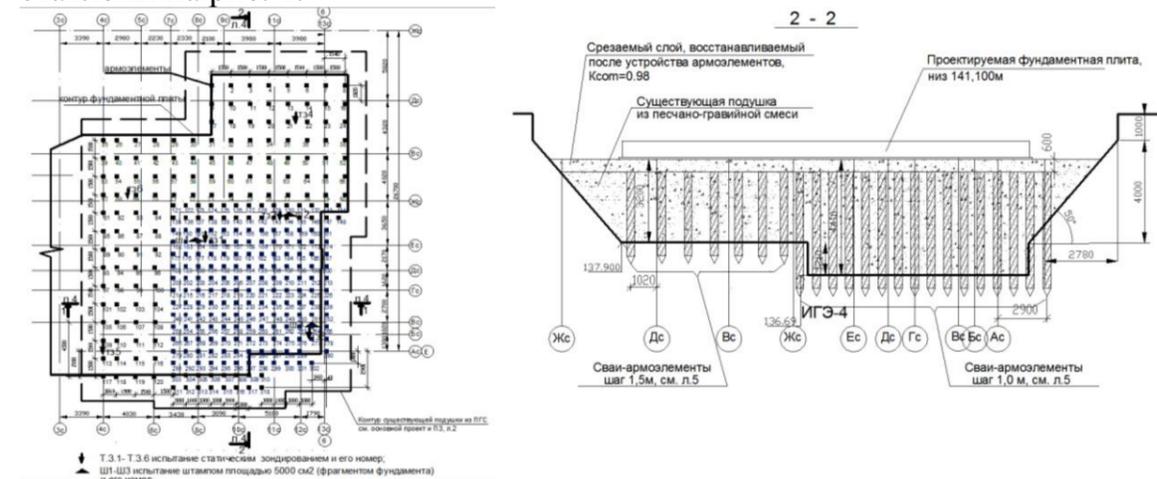


Рис. 1. План и разрез вертикально армированной песчаной подушки

Контроль качества вертикально армированного основания выполнялся статическим и динамическим зондированием по ГОСТ 19912-2001 и штамповыми испытаниями по ГОСТ 20276-99, который показал, что: модуль деформации слабого слоя увеличился с 13 до 20–30 МПа; потеря несущей способности не наблюдалась при давлении равном 400 кПа. Это подтверждает эффективность предлагаемой методики проектирования.

УДК 624.159.14
СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ТОРМОЗНОГО
УЧАСТКА ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА
РУПП «БЕЛОРУССКИЙ АВТОМОБИЛЬНЫЙ ЗАВОД»

Р. В. КУМАШОВ
Научный руководитель С. Д. СЕМЕНЮК, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Плиты предназначены для испытательного полигона РУПП «БелАЗ» при проведении испытаний самосвалов грузоподъемностью в 500 тонн. Плиты изготовлены из бетона класса С25/30. Армирование плит выполнено в виде сеток из стержней класса S400 диаметром 25...32 мм, связанных между собой при помощи П-образных хомутов с открьлками из стержней класса S240.

Конструкции плит разработаны двух типоразмеров: прямоугольные с размерами 20000x24200x450 мм, изготавливаемые на тормозном участке в количестве 3 шт. с температурно-усадочными швами между ними в 20...30 мм и шестиугольная плита длиной 27400 мм. Расчет производился для прямоугольных плит.

Плита запроектирована под нагрузку от карьерного самосвала при торможении с замедлением 4 м/сек^2 , которая на переднюю ось может достигать 764 тонны. Плита рассчитана как конструкция на упругом основании. Модуль деформации основания плит при расчете принят $E_0 = 180 \text{ МПа}$, коэффициент Пуассона основания $\nu_0 = 0,3$, начальный модуль упругости бетона естественного твердения $E_p = 33,1 \text{ ГПа}$. Нагрузка на полотно дороги в статике от одной оси самосвала 370 т, давление на поверхность дороги в статике 0,7 МПа. Коэффициент динамичности принят равным 2. Для плит рассматривалось 8 вариантов загрузки: центральные и краевые.

Проведенные исследования показывают, что при эксплуатации железобетонные плиты временных и постоянных дорог испытывают не только изгибающие моменты и поперечные силы в двух ортогональных направлениях, но и крутящие моменты. При этом избежать совместного воздействия крутящего и изгибающего моментов не возможно, так как переданные нагрузки на плиту от колес автомобиля будут вне оси симметрии конструкции, а также не исключается вероятность образования выбоин, воронок и других дефектов под основанием плиты. В этой связи, несущую способность плит по заданному армированию и классу бетона необходимо проверять по прочности нормальных и наклонных сечений, а также на совместное воздействие крутящего и изгибающего моментов.

УДК 621.791.763.2
О ВЛИЯНИИ ЦИКЛОГРАММЫ НАГРЕВА НА ТВЕРДОСТЬ
СОЕДИНЕНИЙ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ КОНТАКТНОЙ
РЕЛЬЕФНОЙ СВАРКОЙ

А. Ю. ПОЛЯКОВ, А. А. СТЕПАНОВ, Д. Н. ЮМАНОВ
Научный руководитель С. М. ФУРМАНОВ, канд. техн. наук, доц.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Сварные соединения, получаемые способами контактной рельефной (КРС) и точечной сварки (КТС), в процессе эксплуатации могут подвергаться не только воздействию статического нагружения на срез или отрыв, но и динамического. Примером является кузов легкового автомобиля, элементы которого воспринимают знакопеременные нагрузки при разгоне, торможении и столкновении с препятствиями.

Качество сварных соединений в таких случаях оценивается показателями прочности, пластичности, твердости и ударной вязкости.

При этом наличие значительно более узкой зоны термического влияния (ЗТВ) у точечных, и, особенно, у рельефных соединений в сравнении с дуговыми позволяет утверждать, что сварка на рекомендуемых в литературе режимах с получением диаметра сварной точки с соответствии с ГОСТ 15878–79 обеспечивает получение не только прочных, но и пластичных соединений с достаточной ударной вязкостью.

Однако данное утверждение применимо только к стандартным циклограммам контактной сварки с крутонарастающими импульсами сварочного тока и скачкообразным вводом электрической энергии в межэлектродную зону, в ряде случаев негативно влияющими на прочностные характеристики сварных соединений.

Ранее был разработан и запатентован способ КРС и КТС, заключающийся в поэтапном дозированном вводе электрической энергии в межэлектродную зону путем задания многоступенчатого импульса тока.

Предыдущие исследования процесса КРС показали, что указанный способ позволяет задавать нестандартные циклограммы нагрева межэлектродной зоны и 8–10-кратно экономить электрическую энергию, потребляемую сварочной машиной. При этом прочность получаемых соединений оценивалась по результатам анализа макро- и микрошлифов, а также испытаний образцов статическим нагружением на срез и отрыв.

Предполагается, что при КРС соединений из низкоуглеродистой стали двухэтапное последовательное введение в межэлектродную зону 10 % от расчетной энергии в соотношении «5 % энергии при токе равном 50 % от расчетного – 5 % энергии при расчетном токе» не ухудшит показатели твердости литой зоны, линии сплавления и ЗТВ в сравнении со сваркой по стандартным циклограммам.

УДК 621.791.763
О ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫМ
СОСТАВОМ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МАРТЕНСИТНО-ФЕРРИТНЫХ
СТАЛЕЙ ПРИ СВАРКЕ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

С. А. СТАЛЕНКОВ

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

В последнее время для изготовления труб, коллекторов, толстостенных фитингов и других элементов оборудования тепловых электростанций находят применение теплоустойчивые мартенситно-ферритные стали. Такие стали, по сравнению со сталями аналогичного назначения, имеют более высокий уровень длительной прочности и коррозионной стойкости, позволяют переходить на температуры пара вплоть до 610 °С с повышением КПД и снижением вредных выбросов.

Сложнолегированные стали типа P91 с 9–10 % хрома имеют в своем составе такие легирующие элементы как хром и молибден, которые и определяют тип фазовых превращений и образование конечной структуры. Такие материалы склонны к образованию однофазной мартенситной структуры в широком диапазоне скоростей охлаждения.

Считается, что в металле ЗТВ сталей типа X10CrMoVNb91 при быстром нагреве и охлаждении, характерном для обычного сварочного цикла, не успевает произойти полное растворение карбидных фаз. Применение термической обработки позволяет регулировать скорость охлаждения, что в свою очередь влияет на фазовый состав сварного соединения.

Стали с содержанием хрома 9–12 % отличаются тем, что имеют высокую стабильность аустенита в условиях переохлаждения, что приводит к образованию мартенсита при различных скоростях охлаждения.

В условиях сварки сталей с 9 % хрома следует ожидать образования в металле ЗТВ чисто мартенситной структуры. Поскольку из-за требования обеспечения однородности физико-механических свойств сварных соединений швы должны иметь легирование, аналогичное основному металлу, закалку с образованием мартенсита будут претерпевать сварные соединения в целом.

С увеличением степени легирования температура начала мартенситного превращения снижается и при дальнейшем охлаждении процесс самоотпуска мартенсита сдерживается. На степень легирования сварного шва возможно повлиять применением соответствующих сварочных материалов.

Для приготовления экспериментальных образцов используются инвентарные сборно-разборные металлические формы. В каждую серию образцов входит 6 балок с размерами поперечного сечения 100x150 мм и длиной 1400 мм, 6 кубов с размерами ребра 150 мм, 9 призм 150x150x600 мм, 11 цилиндров диаметром 150 мм и высотой 300 мм. Экспериментальные исследования прочности и деформативности образцов в виде призм из керамзитобетона будут проведены в соответствии с ГОСТ 24452-80. При этом будет определяться модуль продольных деформаций, модуль поперечных деформаций, модуль сдвига, коэффициент Пуассона, пределы верхнего и нижнего микротрещинообразования бетона. Образцы в виде балок армируются двумя стержнями диаметром 10 мм класса S500. В качестве поперечной арматуры принята арматура диаметром 4 мм класса S500. Площадь поперечного сечения рабочей продольной арматуры определяется по общепринятой методике. Продольные и радиальные деформации цилиндров определяются при помощи приспособлений в виде кольцевых рамок. По фиксированным продольным и радиальным деформациям в керамзитобетонных цилиндрах будут вычисляться модули продольных, поперечных и сдвиговых деформаций, а так же коэффициент Пуассона, пределы верхнего и нижнего микротрещинообразования керамзитобетона. Для каждого из испытанных образцов будет производиться проверка в выявлении эффекта Баушингера.

Испытание балок проводят по схеме четырехточечного изгиба для чего используют пресс ГМС-50. Размещение приборов и датчиков омиического сопротивления на используемой балке принимается таким, чтобы на каждом уровне загрузки можно было определить нейтральную линию в характерных сечениях, выявить предельные деформации сжатия и растяжения, проследить за трещинообразованием и шириной раскрытия трещин, фиксировать прогибы на каждом этапе разрушения.

Балка загружается двумя сосредоточенными силами (чтобы образовалась зона чистого изгиба) ступенями, не превышающими 10 % от прогнозируемой разрушающей нагрузки $R_{разр}$, до уровня $\eta=0,8 R_{разр}$. После этого величина ступени уменьшается до 5 %. После каждой ступени приложения нагрузки, для возможности проявления пластических деформаций, делают пяти-десятиминутную выдержку под нагрузкой. После испытания малочиковой нагрузкой на первом цикле нагружение балки осуществляется ступенями, равными $0,1 R_{разр}$, до верхнего уровня η_{top} , после выдержки теми же ступенями балка разгружается до нижнего уровня η_{low} . Далее в течение десяти циклов ступенями осуществляли нагрузку-разгрузку в пределах $\eta_{low} - \eta_{top}$. В соответствии с программой экспериментальных исследований на последнем цикле балка доводится до разрушения.

УДК 691.32

ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ ИЗГИБАЕМЫХ КЕРАМЗИТОЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ СТАТИЧЕСКОМ И МАЛОЦИКЛОВОМ
НАГРУЖЕНИИ

А. А. КУЗЬМИНА

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

С целью достаточно полного изучения особенностей работы изгибаемых керамзитожелезобетонных элементов при статическом и малоцикловом нагружении предполагается провести экспериментальное исследование на четырех сериях образцов, включающих 24 балки и необходимое к ним количество призм, цилиндров и кубов.

Предполагается провести исследование керамзитожелезобетонных элементов на основе легкого бетона класса CL10/12,5; CL16/20; CL20/25; CL25/30. Исследование планируется провести на балках с размерами 100x150 мм, длиной 1400 мм. Кубы планируется исследовать с размером ребра 150 мм, призмы 150x150x600 мм, цилиндры диаметром 150 мм и высотой 300 мм. Для каждой серии балок предполагается определять прочностные и деформативные характеристики бетона при кратковременном сжатии и при малоцикловом нагружении на опытных образцах в виде призм и цилиндров. Напряженно-деформированное состояние изгибаемых керамзитожелезобетонных элементов предполагается выявлять как при статическом, так и при малоцикловом нагружении.

Предполагаемая программа испытаний будет имитировать работу изгибаемых элементов в реальных условиях. При этом режимы загрузки для балок, цилиндров и призм будут идентичны.

Режимы приложения нагрузки малоциклового характера следующие:

- нижний уровень нагружения $\eta_{low} = 0,4$; верхний уровень нагружения $\eta_{top} = 0,6$ (средний уровень);
- нижний уровень нагружения $\eta_{low} = 0,4$; верхний уровень нагружения $\eta_{top} = 0,8$ (высокий уровень);
- нижний уровень нагружения $\eta_{low} = 0,4$; верхний уровень нагружения на первом этапе $\eta_{top1} = 0,6$ (средний уровень); верхний уровень нагружения на втором этапе $\eta_{top2} = 0,8$ (высокий уровень);
- нижний уровень нагружения $\eta_{low} = 0,4$; верхний уровень нагружения $\eta_{top} = 0,7$ (средний уровень); на одном из средних циклов случайный скачок до уровня $\eta_{top}^{ran} = 0,9$ (высокий уровень).

УДК 621.791.763.2

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ТЕРМОДЕФОРМАЦИОННОГО ПРОЦЕССА КОНТАКТНОЙ
РЕЛЬЕФНОЙ СВАРКИ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ ANSYS

Д. Н. ЮМАНОВ, Д. А. ДЕНИСОВ

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

С развитием компьютерных технологий в последние два десятилетия наибольшее распространение при исследовании тепловых полей и напряженно-деформированного состояния сварных соединений получили численные методы. Математическое моделирование процесса позволяет работать с виртуальным аналогом реального объекта, прогнозировать его функциональность и оценивать качественные показатели, одновременно сводя к минимуму экспериментальные испытания.

Известные методы расчёта тепловых, электрических полей и напряженно-деформированного состояния при контактной точечной и рельефной сварке имеют ограниченную область применения и не всегда могут быть использованы для решения поставленных задач. Нередко прибегают к приближенным значениям параметров режима сварки для получения положительных результатов. Использование программной среды ANSYS позволяет свести к минимуму различные приближения параметров, в связи с большим спектром предлагаемых программой вариантов и возможностей моделирования.

Математическая модель в программной среде ANSYS представляет собой систему нелинейных уравнений, описывающих процесс теплообразования от прохождения электрического тока, и напряженно-деформированное состояние от действия сварочного усилия. Эти функции дополняются специальными уравнениями, учитывающими изменение свойств свариваемых материалов при изменении температуры и давления.

При моделировании процесса рельефной сварки возникают трудности, связанные со значительной пластической деформацией конечных элементов, составляющих рельеф. Программа ANSYS позволяет менять параметры расчёта, в т. ч. и параметры сетки конечных элементов на различных этапах моделирования.

Математическое моделирование в программной среде ANSYS: позволяет задавать материал и геометрические размеры электродов и свариваемых изделий; проводить исследование особенностей формирования сварного соединения с возможностью корректировки параметров режима сварки и параметров расчёта; оценивать кинетику протекания термомеханических процессов; прогнозировать прочность соединений в зависимости от заданных режимов сварки и результатов расчета.

УДК 631.352:631.311.5

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
ЦЕНТРОБЕЖНОЙ ОЧИСТКИ МАСЛА В РЕЖУЩЕМ АППАРАТЕ
МНОГОРОТОРНЫХ КОСИЛОК

А. Л. БОРИСОВ

Научный руководитель Е. И. МАЖУГИН, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ»

Горки, Беларусь

Определение экономической эффективности от применения шестерни, в полости которой закреплена цилиндрическая вставка, выполнено в соответствии с общепринятой методикой определения экономической эффективности использования новой техники, результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, изобретений и рационализаторских предложений в сельском хозяйстве.

При определении экономической эффективности, связанной с повышением надежности техники, основным критерием является годовой экономический эффект. Для определения экономической эффективности косилки, режущий аппарат которой оснащен модернизированной шестерней, были проведены сравнительные исследования с многороторной косилкой, режущий аппарат которой был оснащен только серийно выпускаемыми шестернями.

При оценке экономической эффективности внедрения многороторной косилки, режущий аппарат которой оснащен шестерней, в полости которой закреплена цилиндрическая вставка, в качестве базового варианта принимались серийно выпускаемые косилки АС-1 и К-78М. При проведении экономической оценки учитывалось то, что косилки работали в равных условиях эксплуатации, а также то, что применение центробежной очистки масла в режущем аппарате многороторной косилки позволит снизить скорость изнашивания зубьев шестерен от 2,03 до 2,11 раза.

При расчете годового экономического эффекта использовались данные, полученные в ходе проведения производственных испытаний, такие как: скорость изнашивания шестерен и время работы косилки до плановой замены комплекта шестерен.

Расчеты показывают, что годовой экономический эффект от применения шестерни, в полости которой закреплена цилиндрическая вставка, в режущем аппарате многороторной косилки АС-1 составляет 918600 р., а в режущем аппарате многороторной косилки К-78М составляет 607080 р.

УДК 693.55

ВЛИЯНИЕ БАЗАЛЬТОВОЙ ФИБРЫ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
ЛИТОГО БЕТОНА НА МЕХАНОАКТИВИРОВАННОМ
ЦЕМЕНТОЗОЛЬНОМ ВЯЖУЩЕМ

Л. Н. КСЕНШКЕВИЧ, И. В. БАРАБАШ

ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ

Одесса, Украина

Постоянное повышение цен на портландцемент, подорожание топлива и энергоносителей обеспечивает особую актуальность исследованиям, направленным на решение задач снижения материало- и энергоемкости производства строительных материалов и изделий.

Введение в портландцемент золы-унос совместно с высокоэффективным химическим модификатором и базальтовой фиброй (в количестве 1 %) обеспечивает направленное структурообразование твердеющего цементного камня и повышение его прочности.

Для выяснения влияния содержания золы-унос в портландцементе, количества базальтовой фибры и суперпластификатора С-3 в вяжущем на механические характеристики литого бетона был поставлен 3-х факторный эксперимент. Варьировались следующие факторы: X_1 – содержание золы-унос в портландцементе (40 ± 40 %) от массы вяжущего; X_2 – количество фибры в бетоне ($0,5 \pm 0,5$ %); X_3 – содержание суперпластификатора С-3 ($0,5 \pm 0,5$ %) от массы вяжущего.

Одновременно выполнялись две параллельные серии экспериментов. Первая (контрольная) – по традиционной технологии. Вторая с применением механоактивации суспензии (цемент + зола-унос + суперпластификатор С-3 + вода).

Приготовленная суспензия смешивалась с мелким и крупным заполнителем в ординарном бетоносмесителе. Прочность на сжатие бетонных образцов исследовалась в 2-х и 7-и сут. возрасте.

В результате исследования выявлено, что механоактивированные составы показывают на 15–20 % большую прочность чем контрольные, введение пластификатора существенно увеличивает f_{cube} за счет снижения водопотребления смесей, а увеличение содержания золы-унос в вяжущем снижает прочность на 30 %. Особенно эффективна механоактивация цементосодержащих суспензий в присутствии суперпластификатора С-3. Введение в цементно-зольное вяжущее фибры в количестве 1 % приводит к повышению прочности бетона на сжатие на 15 %.

Е. Н. КРАНТОВСКАЯ, Н. Н. ПЕТРОВ
ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ
Одесса, Украина

Известно, что работа приопорных участков неразрезных железобетонных элементов в зоне изменения не только величины, но и знака изгибающих моментов существенно отличается от таковой для обычных изгибаемых элементов. В связи с тем, что в большинстве неразрезных балок происходит перераспределение внутренних усилий, то появление, развитие и раскрытие нормальных и наклонных трещин имеет большое влияние на их трудоспособность.

Начальный этап развития трещин характеризуется концентрацией деформаций бетона, особенно заметных на уровне расположения растянутой арматуры над средней опорой (рис. 1.)

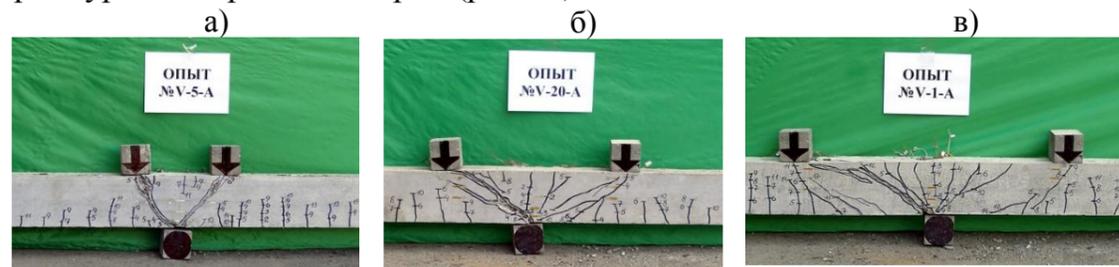


Рис. 1. Характер трещинообразования и разрушения опытных образцов-балок с малым (а); средним (б) и большим (в) пролетами среза

В результате экспериментальных исследований выяснилось, что на величину внешней нагрузки, соответствующей образованию нормальных трещин над средней опорой и под сосредоточенными силами в пролетах, имеют влияние три исследуемых факторы: величина относительного пролета среза (X_1), класс бетона (X_2), количество верхней продольной арматуры (X_5).

Величины изгибаемых моментов, от которых, собственно, образуются нормальные трещины над опорой и под сосредоточенными силами в пролетах, традиционно зависят только от класса бетона и количества, соответственно, верхней и нижней продольной арматуры. Величина внешней нагрузки, при которой образуются наклонные трещины, существенно зависит только от класса бетона. При его увеличении от минимальных к максимальным значениям нагрузка возрастает на 47 % по отношению к ее среднему значению. Поперечная же сила существенно зависит только от факторов X_1 и X_2 .

А. Л. БОРИСОВ
Научный руководитель Е. И. МАЖУГИН, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ»
Горки, Беларусь

Разработана конструкция шестерни, в полости которой закреплена цилиндрическая вставка, для очистки масла в режущих аппаратах многороторных косилок [1]. Конструкция представляет собой цилиндрическую вставку с радиальными отверстиями, которая соосно крепится в полости приводной шестерни ротора. Кроме того, в диске шестерни выполнены отверстия, которые служат для беспрепятственного попадания масла в зону очистки. Шестерня, в полости которой закреплена цилиндрическая вставка, устанавливается на крайнем роторе режущего аппарата, что обусловлено технологией скашивания растительности на мелиоративных и дорожных объектах, а также геометрическими параметрами режущего аппарата.

Были проведены производственные испытания многороторных косилок К-78М и АС-1 в режущих аппаратах которых на привод крайнего ротора устанавливалась разработанная шестерня с цилиндрической вставкой. Эти испытания по центробежной очистке масла в режущих аппаратах многороторных косилок показали высокое качество очистки масла. В результате очистки, концентрация механических примесей в масле для косилки марки АС-1 снизилась на 48,6...48,2 %, а для косилки марки К-78М – на 43,7 %. Применение центробежной очистки масла в режущем аппарате многороторной косилки марки К-78М позволяет снизить скорость изнашивания зубьев шестерен в 2,05 раза, а в режущем аппарате косилки марки АС-1 от 2,03 до 2,11 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 8949 РБ, МПК А01D 34/00. Режущий аппарат роторной косилки / Е. И. Мажугин, А. Л. Борисов, С. Г. Рубец; заявитель Белорус. гос. с-х. акад. – № u 20120270 ; заявл. 02. 11. 12 ; опубл. 30. 06. 12 // Афіц.ыйны бюл. № 1 – 145 с.

УДК 621.867

ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУЗОВЫХ
ГИДРОМАНИПУЛЯТОРОВ МОБИЛЬНЫХ МАШИН

И. В. КАРПЕКИН

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

Под гидроманипулятором подразумевают универсальный грузоподъемный механизм, устанавливаемый стационарно на базовое шасси – лесовозы, сортиментовозы, специализированные тракторы на колесной или гусеничной основе, а также на др. спецтехнику.

В результате анализа проблем, возникающих в результате эксплуатации гидроманипуляторов были выявлены следующие недостатки:

– низкая надежность металлоконструкции манипулятора выпускаемого ОАО «Мозырский машиностроительный завод». По обращению потребителей слабым местом манипулятора является колонна и рукоять. Причины заключаются в неправильном силовом расчете, низком качестве применяемого сырья, устаревшей технологии производства, отсутствии современных методов контроля качества, нарушении условий эксплуатации;

– высокая динамическая нагруженность гидросистемы. В ряде случаев, при работе с грузами происходит разрыв шлангов или поломка элементов гидросистемы, протечка жидкости, в результате чего, потребители несут убытки из-за простоев техники, загрязняется окружающая среда.

Для исследования причин возникновения данных недостатков предполагается составить математическую модель, которая включает в себя металлоконструкцию гидроманипулятора с указанием сил, действующих на элементы исследуемого объекта. С помощью изменения геометрических входных параметров необходимо найти положения, в которых в узлах гидроманипулятора будут действовать максимальные статические и динамические силы. Одной из задач является сравнение точек действия максимальных статических и динамических сил в металлоконструкции с точками, в которых произошли разрушения при эксплуатации данной техники.

УДК 693.55

СХЕМЫ РАЗРУШЕНИЯ ПРИОПОРНЫХ УЧАСТКОВ ПРОЛЕТНЫХ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Е. Н. КРАНТОВСКАЯ, О. Н. КОЦЮРУБЕНКО
ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ
Одесса, Украина

Для приопорного участка железобетонного элемента установлены пять основных схем разрушения в зависимости от преобладающего фактора внешнего воздействия. При этом для наклонного сечения характерны четыре формы его разрушения. Кроме того, характер разрушения приопорных участков железобетонных элементов, подверженных воздействию поперечных сил, определяется также величиной пролета среза, а при постоянной высоте балки, расстоянием приложения нагрузки и в соответствии с этим выделены три схемы. В таком случае, будут использоваться различные методы расчета приопорных участков в зависимости от величины пролета среза и, соответственно, схемы разрушения. Так, согласно последним исследованиям, ферменная аналогия используется на участках элемента при $a/d \geq 2,5$, для которых выполняется закон Бернулли (Б-участки или *B-regions*) и где разрушение происходит по наклонной трещине. Участки, на которых закон Бернулли не выполняется (Д-участки или *D-regions* при $a/d \leq 1$), используется сжато-растянутая модель, где разрушение происходит по наклонной полосе от дробления бетона, по траектории главных сжимающих напряжений. Актуальным вопросом остается вопрос установления границ этих участков. Согласно обобщенным теоретическим данным такой границей является величина $a/d \leq 1$. В некоторых исследованиях авторы дают уточняющие величины и вводят промежуточный участок между Б- и Д-участками. Однако в действующих нормативных документах такие участки еще не рассматриваются, из-за недостаточно проработанной теоретической базы данного вопроса.

В ходе экспериментальных исследований неразрезных двухпролетных железобетонных балок над средней опорой наблюдалась форма разрушения в виде перевернутой трапеции. Предполагаемая форма разрушения требует тщательного расчетного обоснования с использованием современных расчетных комплексов, которые используют деформационный метод расчета, конечно-элементную модель и учитывают нелинейные зависимости материалов.

чину до 60 мм. Не обеспечивается устойчивость колонн по продольной плоскости крановой эстакады. В несущих конструкциях крановой эстакады из стальных элементов в отдельных местах выявлена коррозия на глубину до 0,5 мм. Концевые упоры, ограждающие рабочий ход крана, не соответствуют требованиям строительных норм Республики Беларусь и Государственным стандартам.

Для восстановления эксплуатационных качеств крановой эстакады в локомотивном депо г.Могилев необходимо выполнить следующие мероприятия:

- обустроить вертикальные связи между колоннами «К-В/3» и «К-В/4» из стального проката;
- обустроить горизонтальные связи по оголовкам «К-Б/3» и «К-В/3» из стального проката в виде швеллеров или уголков;
- обустроить горизонтальные связи по оголовкам колонн «К-Б/3» и «К-Б/4»;
- для обеспечения пространственной неизменяемости системы оголовки колонн объединить при помощи связей;
- очистить от ржавчины и восстановить антикоррозионную защиту стальных элементов конструкций;
- при помощи рихтовочных болтов произвести выверку крановых путей.

УДК 631.311.82:631.3.001.76

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ РЫХЛИТЕЛЕЙ

В. С. КОНОПАЦКИЙ

Научный руководитель С. Г. РУБЕЦ, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ»

Горки, Беларусь

Развитие рыхлителей связано с расширением области их эффективного использования; повышением единичной мощности базовых тракторов; расширением типоразмерного ряда рыхлителей как в области большой, так и малой мощности; все более широким использованием принципа модульного проектирования рыхлительного оборудования; созданием конструктивно-подобного оборудования на ближайшие по типоразмеру тракторы; повышением качества и срока службы машины; совершенствованием конструктивных параметров оборудования, гидропривода; снижением материалоемкости; расширением универсальности рыхлительного оборудования; увеличением подвижности элементов навесного устройства и рабочих органов в вертикальной и горизонтальной плоскостях, а также использованием многоцелевых рабочих органов; улучшением комфортных условий работы водителя и снижением трудоемкости обслуживания; освоением электронной автоматики с использованием бортовой микропроцессорной техники для получения оптимальных режимов работы рыхлителей.

Эффективность современных рыхлителей в значительной степени определяет конструкция механизма навесного устройства, посредством которого рабочий орган – зуб или зубья присоединяют к базовому тягачу и фиксируют в заданном положении. Совершенствование навесного оборудования остается определяющей тенденцией повышения технического уровня и функциональных свойств рыхлителей.

Создание рациональных кинематических решений механизмов навесных устройств рыхлителей позволяет интенсифицировать разработку мерзлых грунтов и горных пород и обеспечить наиболее прогрессивную технологию выполнения работ. В последнее время все большее распространение получают навесные устройства в виде шарнирно-рычажных механизмов, отличающихся хорошей надежностью.

Н. В. КУРОЧКИН, М. С. УСОВ

Научный руководитель Е. А. ШАРОЙКИНА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Дорожное строительство характеризуется высокой долей стоимости материалов в общей структуре затрат, что вызывает необходимость их снижения. Одним из возможных направлений решения этой проблемы является использование местных дешевых и доступных для приобретения материалов, например, путем замены части минерального порошка на основе доломита частью доизмельченной песчано-гравийной смеси (ПГС).

Проведены экспериментальные исследования на опытной установке с диаметром рабочей камеры 400 по дроблению доломита исходной крупностью – 40 мм и песчано-гравийной смеси исходной крупностью – 40 мм с целью получения минерального порошка для приготовления асфальтобетонной смеси. Результаты испытаний изображены на рис. 1.

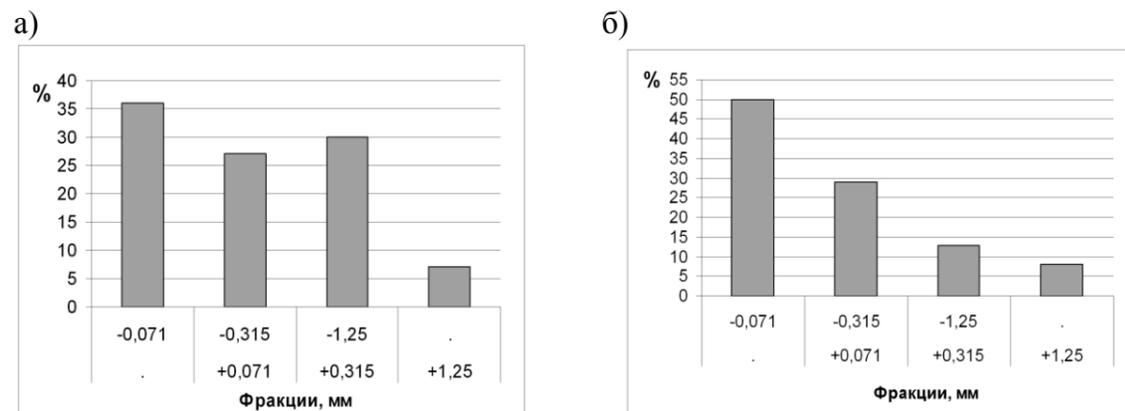


Рис. 1. Результаты экспериментальных исследований дробления: а – доломит; б – песчано-гравийная смесь

В результате испытаний установлено, что применение местных природных материалов при дроблении на установках ударного действия позволяет значительно снизить стоимость асфальтобетона.

Э. А. КЕТНЕР, И. В. ИЛЬИНЫХ

Научный руководитель С. Д. СЕМЕНЮК, д-р техн. наук, проф.

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Выполнение строительно-обмерочных и обследовательских работ по выявлению технического состояния несущих строительных конструкций крановой эстакады вызвано тем, что с момента государственной приемки планово-ремонтных и обследовательских работ по крановой эстакаде не проводилось. При движении мостового крана по крановым путям наблюдается отклонение от вертикали стальных колонн в виде труб до 50–60 мм в плоскости движения локомотива и из этой плоскости, т. к. колонны работают как отдельно стоящие стойки нагруженные эксцентрично крановой нагрузкой. Детальное инструментально-техническое обследование является основой для разработки и оформления технического паспорта на это строение.

В результате выполнения детального обследования выявлено, что класс бетона в основании колонн разный и колеблется от 12,07/15,08 у пяты колонны «Б-4» до 9,27/11,6 у пяты колонны «В-4»; при этом расхождение прочности составляет более 23 %. Это объясняется условиями эксплуатации крановой эстакады, когда на бетонный пол фундамента попадают растворы масел и дизельного топлива. Глубина заложения фундаментов от уровня пола определена при помощи непосредственного замера рулеткой после предварительного вскрытия бетонного пола у колонн «К-В/3» и «К-В/4» – 600...700 мм.

Также были выполнены обмерные работы подкрановых балок и проведены поверочные расчеты, включающие статический и конструктивный расчеты. Подкрановые балки опираются на консоли колонн и кирпичные стены по оси «1» и «6». Расстояние между осями подкрановых балок (пролет крана) по данным натурных обмеров составляет 6450 ± 35 мм.

Статический расчет был произведен в двух вариантах:

1) от загрузки в третьем пролете крановой нагрузкой с передачей вертикальной нагрузки 10 кН каждого колеса крана;

2) от воздействия на подкрановую балку вертикальных нагрузок каждого колеса крана в 19 кН.

В процессе детального инструментально-технического обследования установлено, что при движении крана вдоль крановой эстакады и при торможении, колонны «К-В/3» и «К-В/4» отклоняются от вертикали на вели-

УДК 621.926
КОМПЛЕКС ДЛЯ СУШКИ ВЛАЖНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ
ЦЕПНОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ

И. А. РЕУТСКИЙ

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

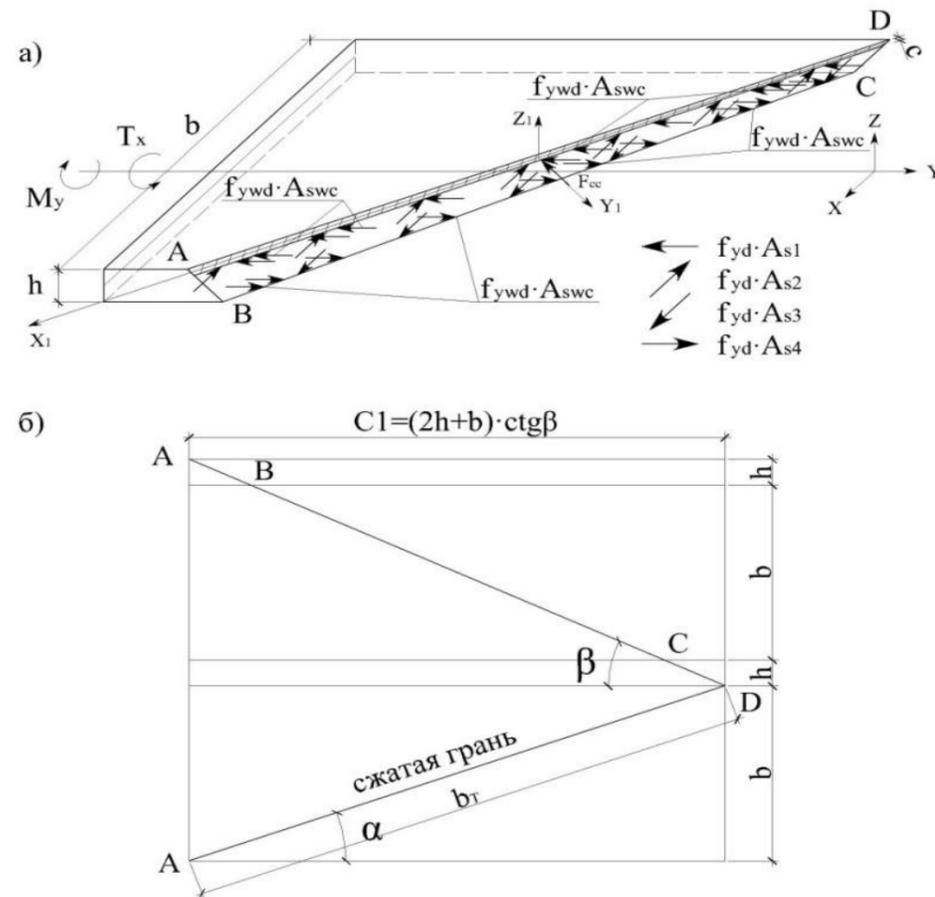


Рис. 1. Расчетная схема пространственного сечения при совместном действии крутящего и изгибающего моментов: а – схема внешних и внутренних усилий; б – развертка граней пространственного сечения

В результате расчета было выявлено, что несущая способность плиты при совместном действии крутящего и изгибающего момента является наименьшей. Следовательно, данный вид загрузки необходимо учитывать при проектировании конструкций. При эксплуатации дорог избежать совместного воздействия крутящего и изгибающего моментов невозможно, так как передача нагрузки на плиту от колес автомобиля всегда будет вне оси симметрии конструкции, а также не исключена вероятность образования выбоин, воронок и других дефектов под основанием плиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семенюк, С. Д. Железобетонные пространственные фундаменты жилых и гражданских зданий на неравномерно деформированном основании / С. Д. Семенюк. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2003. – 269 с.
2. Семенюк, С. Д. Расчет железобетонных балок прямоугольного сечения при совместном воздействии поперечных сил, крутящих и изгибающих моментов / С. Д. Семенюк, А. В. Зезюлин, Е. Я. Семенюк // Проблемы современного бетона и железобетона : сб. науч. тр. / Ин-т Бел НИИС ; редкол. : О. Н. Лешкевич [и др.]. – Минск, 2015. – Вып. 7. – С. 133–151.

В основе работы комплекса, а именно процесса отвода капиллярной влаги на поверхность материала, лежит гипотеза об ударно-вибрационном воздействии на влажный капиллярно-пористый материал. Она заключается в выделении несвязной влаги, содержащейся в материале, на поверхность под действием ударно-вибрационного воздействия и вскрытия новой поверхности. Факт, подтверждающий состоятельность гипотезы, наблюдается при вибрационном уплотнении бетонных смесей, при котором за счёт разных плотностей компонентов происходит выход влаги на поверхность. Применяя подобный подход к обработке влажного материала, в разработанном комплексе ударно-вибрационное воздействие на материал концентрированно протекает в двух областях: области предварительного измельчения на цепном полотне и области прохождения материала в виброосушитель. При этом влага, высвобожденная в зоне работы цепного измельчителя срывается с поверхности материала потоком, в то время как в виброосушителе влага преимущественно испаряется.

Важно отметить, что комплекс для сушки влажного материала на основе цепного измельчителя может претерпевать конструктивные изменения, в зависимости от условий технологии, например, если требуется получать и подвергать обжигу мелкодисперстный продукт, то в состав комплекса вместо спиральной виброосушительки может входить дополнительное измельчающе-сушильное устройство.

В данном случае, подсушивание влажного материала осуществляется конвективным способом на всех технологических операциях, проходящих в комплексе, при этом важной эксплуатационной особенностью комплекса является повторное использование отработанного газового агента из вращающейся обжиговой печи, поскольку на существующих предприятиях, зачастую, данный отработанный газовый агент температурой 400–500 °С выбрасывается прямо в атмосферу.

Таким образом, подобная подготовительная обработка сырья позволит применять менее энергоёмкое оборудование на последующих стадиях обработки.

А. М. РОВСКИЙ

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

Переработка материалов карьерной влажности сопряжена со значительными трудностями, обусловленными высокой адгезией влажных материалов к рабочим поверхностям рабочих органов технологических машин. Для переработки таких материалов, к которым относятся мел, мергель, глина, цеолиты и ряд других, разработан измельчитель с цепным рабочим органом. Одним из главных преимуществ измельчителя с цепным рабочим органом является возможность переработки материала с твердыми включениями различной крупности, за счет гибкости цепного полотна, что практически исключает заклинивание. Конструкция приведена на рис. 1.

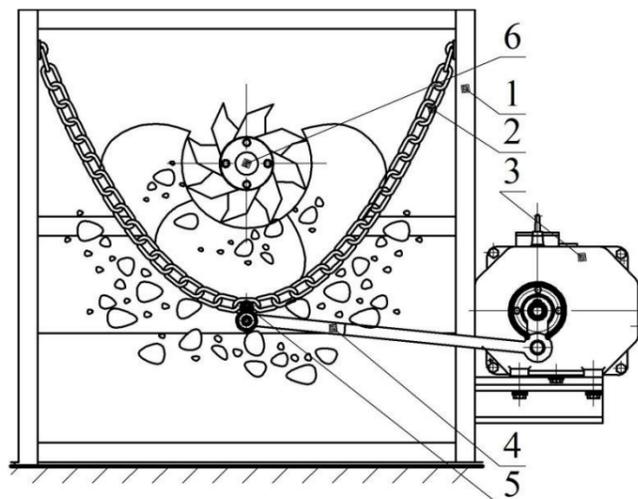


Рис. 1. Цепной измельчитель сырьевых материалов

Агрегат содержит раму 1 на которой закреплены параллельные ряды цепей, соединенные между собой в цепное полотно 2, которое приводится в колебательные движения от привода 3 посредством кривошипно-шатунного механизма 4 через продольную штангу цепного полотна 2, расположенную в нижней точке провисания цепного полотна 2. Для измельчения крупнокускового материала над поверхностью цепного полотна 2, которое выполняет функции не только измельчения, но и удаления измельченной фракции, установлена фреза 6.

Цепной измельчитель может применяться в промышленности строительных материалов для первичного измельчения влажных сырьевых материалов.

Э. А. КЕТНЕР, И. В. ИЛЬИНЫХ

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

Приведены результаты численных исследований несущей способности железобетонных плит покрытия для испытательной дороги РУПП «БелАЗ» на участке с пороговыми неровностями, при проведении самосвалов грузоподъемностью в 500 тонн. Плиты имеют маркировку ППН-1; ППН-2; ППН-3; ППН-4. Буквенный индекс обозначает – «Плита пороговых неровностей»; цифровой индекс 1, 2, 3, 4 – тип плиты, характеризующий поперечное сечение. Изготовление плиты производится из бетона класса С25/30. Армирование плиты выполняется в виде сеток из стержней класса S400 (ГОСТ 5781-82) сталь марки 35ГС или 35ГС2С диаметром 16...22 мм, связанных между собой при помощи П-образных хомутов с открылками из стержней класса S240 (ГОСТ 5781-82) сталь марки СтЗпсЗ. Основание под плиту выполнено из монолитного бетона класса С8/10 толщиной 300 мм, уложенного на уплотненный грунт из песчано-гравийной смеси.

Расчет прочности сечений, нормальных к продольной оси элемента.

Прочность нормальных сечений находится в зависимости от степени использования сопротивления сжатого бетона и растянутой арматуры. При работе железобетонных плит дорожного покрытия прямоугольного сечения, армированных сталью, имеющей физический предел текучести (арматура классов S240, S400, S500) считается, что сопротивления арматуры и бетона используются полностью. Расчет выполнен в соответствии с [1].

Расчет прочности пространственных сечений.

При действии на железобетонную плиту дорожного покрытия крутящего и изгибающего моментов разрушение происходит по пространственному сечению, образованному спиральной трещиной и замыкающей ее сжатой зоной, расположенной под углом к горизонтальной оси элемента (рис. 1).

Положение сжатой зоны в пространстве определяется параметром S_1 – проекцией отрезка нейтральной оси на продольную ось элемента. По нормали к косому сечению действуют проекции внешних расчетных моментов $M_y \cdot \sin \alpha$ и $T_x \cdot \cos \alpha$ (рис. 1).

Расчет выполнен в соответствии с [2].

Необходимость восстановления и усиления каменных конструкций, вызванная снижением свойств при эксплуатации, устанавливается в результате их обследования и поверочных расчетов.

Наиболее распространенными методами восстановления каменных конструкций являются: оштукатуривание; инъецирование, имеющих трещин; частичная или полная перекладка элементов.

В результате неравномерной осадки оснований фундаментов, различной жесткости элементов и разнонагруженности стен, а также, при воздействии природных и техногенных факторов, происходит нарушение пространственной жесткости коробки здания в целом или какой-либо ее части.

Для восстановления целостности остова здания применяют пояса, которые воспринимают неравномерные деформации, растягивающие усилия кладки и способствуют перераспределению нагрузки на основание.

В зависимости от характера проводимых работ (восстановление жесткости эксплуатируемого здания, реконструкция или надстройка), причин и вида повреждений применяются стальные (гибкие, жесткие), армокаменные или железобетонные пояса.

УДК 629.3

АПРОБАЦИЯ НОВОЙ МЕТОДИКИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ТРАНСФОРМАТОРА МОБИЛЬНЫХ МАШИН

И. Ю. ХАДКЕВИЧ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Эффективность эксплуатации мобильных машин с гидромеханической трансмиссией во многом определяется техническим состоянием гидродинамического трансформатора (ГДТ). Он обеспечивает плавное трогание с места при высоких тяговых нагрузках и низких значениях передаточного отношения i_{mn} , за счет высокого значения коэффициента трансформации K_{mn} . КПД ГДТ в этот период достаточно низкий и мощность двигателя расходуется в большей мере на разогрев рабочей жидкости. В эксплуатации КПД должен быть в пределах от 0,87 до 0,98.

Большое влияние на КПД гидротрансформатора оказывает состояние муфт свободного хода (МСХ) реакторных колес. Поскольку они находятся внутри ГДТ, то информацию об их состоянии получить трудно, поэтому необходимы косвенные методы. Одним из параметров, характеризующих состояние МСХ, является КПД ГДТ на различных режимах работы. Сопоставляя два режима работы – заблокированном ГДТ и разблокированном (при одинаковых нагрузочных и скоростных режимах), можно делать вывод о состоянии МСХ.

Для проверки правильности предложенного алгоритма диагностирования ГДТ мобильных машин необходимо провести экспериментальные исследования. Для этого подготовлен моторно-динамический стенд, который включает в себя дизельный шестицилиндровый двигатель RABA-MAN D 2356 HM 6 U; гидромеханическую передачу ЛАЗ-НАМИ-03Г 19.17ГМЗ-80 («Львів-3»); маховые массы, имитирующие инерционные свойства порожней машины, и электропорошковый тормоз ПТ-250, позволяющий имитировать нагрузки.

В измерительную систему стенда на базе персонального компьютера входят: датчики угловых скоростей и крутящих моментов и универсальная плата АЦП/ЦАП L-Card L-780M. Проведена тарировка датчиков и тормоза.

Таким образом, экспериментальные исследования позволяют убедиться в правильности предложенных алгоритмов, а также внедрить систему диагностирования в эксплуатацию для практического использования.

Д. И. ЯКУШКИН
Научный руководитель А. В. ПАШКЕВИЧ, канд. техн. наук, доц.
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ»
Горки, Беларусь

Анализ технической информации о новых научных исследованиях, технических предложениях, конструкциях и патентных решениях в области проектирования, создания и внедрения экскаваторов показывает, что в настоящее время нет рациональной конструкции рабочего оборудования одноковшового экскаватора, используемого в мелиоративном строительстве. Одним из направлений модернизации экскаватора является переоборудование с прямой лопаты на обратную с наименьшими затратами ресурсов и времени.

Известна конструкция рабочего оборудования [1], позволяющая переоборудовать прямую лопату на обратную. Однако она имеет следующие недостатки: оборудование предназначено для выемки грунтов на глубину и высоту, ограничиваемую конструктивными параметрами стрелы и рукояти, и не может быть использовано для образования выемок и уступов повышенной глубины и высоты.

Также известна конструкция рабочего оборудования [2], которая позволяет обеспечить экскаватору данную технологическую возможность. Недостатком такого оборудования является невозможность копания поворотом ковша вне плоскости рабочего оборудования, что снижает его функциональные возможности.

Применение конструкции рабочего оборудования [3] позволяет повысить производительность за счет повышения надежности работы при переоборудовании с прямой лопаты на обратную и наоборот.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. 2236510 РФ. Рабочее оборудование прямой или обратной лопат гидравлических одноковшовых экскаваторов / И. Ф. Хребто, Г. Ш. Хазанович, Е. С. Хребто, А. М. Богданов, С. И. Хребто ; заявл. 16.04.03 ; опубл. 20.09.03, Бюл. № 26. – 6 с.
2. А. с. 2087623 РФ. Вращающаяся рукоять одноковшового экскаватора / Е. А. Харац, Д. С. Алексеев ; заявл. 13.06.95 ; опубл. 20.08.97, Бюл. № 9. – 2 с.
3. А. с. 2310044 РФ. Рабочие оборудование одноковшовых гидравлических экскаваторов / И. Ф. Хребто, Е. С. Хребто, А. М. Богданов, С. И. Хребто ; заявл. 15.12.05 ; опубл. 10.11.07, Бюл. № 30. – 8 с.

Е. А. КАПИТОНОВА
Научный руководитель С. Д. СЕМЕНЮК, д-р техн. наук, проф.
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Дефекты и повреждения каменных и армокаменных конструкций, оказывающие влияние на их техническое состояние, появляются в результате следующих воздействий: механических, коррозионных, температурно-влажностных, а также неравномерных осадок оснований под фундаментами.

Обследование каменных конструкций, также как и железобетонных, выполняется в два этапа: предварительное (визуальное) и детальное (инструментальное). Кроме того, производят отбор и лабораторное испытание образцов материала. На стадии предаварийного обследования выявляют конструкции, находящиеся в предварительном состоянии, принимают меры, предотвращающие обрушение. Инструментальное обследование производится однократно, если деформации, вызвавшие повреждения, прекратились, иначе организовывается длительное наблюдение с установкой маяков.

Прочность и деформативность каменной кладки зависит от многих факторов: вида и прочности камня, прочности раствора, вида напряженного состояния, качества выполненной кладки (заполнения, толщины и необходимой перевязки швов, соблюдение горизонтальности рядов) и др. Методика определения непосредственно прочности каменной кладки эксплуатируемых конструкций отсутствует, поэтому прочность определяется косвенно по характеристикам камней и раствора.

Прочность каменных конструкций эксплуатируемых строительных сооружений определяется поверочными расчетами на основании данных, полученных при обследовании. При этом учитываются дефекты и повреждения снижающие прочность:

- трещины;
- разрушение поверхностных слоев кладки;
- наличие эксцентриситетов, вызванных отклонением от вертикали;
- нарушение конструктивной связи между стенами;
- повреждение опор балок, перемычек, смещение элементов.

При реконструкции зданий и сооружений с каменными конструкциями возникает необходимость восстановления и усиления: отдельных элементов, их сопряжений, кирпичного здания в целом.

точке А (оба растягивающие). Так как $\tau_{xy} < \tau_{zx}$ и направляющие косинусы

$$l = \frac{\sqrt{2}}{2}; m = 0; n = \frac{\sqrt{2}}{2}; \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2 + 0^2 + \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2 = \frac{1}{2} + 0 + \frac{1}{2} = 1, \text{ то первая тре-}$$

щина образуется в точках В и В' и их плоскость перпендикулярна плоскости XOZ и составляет 45° с осями OX и OZ.

Во втором случае, так как точки находятся в условиях чистого сдвига, первая трещина образуется в точке В под углом 45° к продольной оси балки и становится винтовой, последовательно огибая А и А', а затем и В'.

В общем случае при совместном действии изгибающего и крутящего моментов и поперечной силы величина $\sigma_1 < |\tau_{xy}|$ и справедливо всё, отмеченное для первого случая.

Условие прочности по несущей способности при совместном действии крутящего и изгибающего моментов выводится из соотношения моментов внешних и внутренних сил относительно оси, проходящей через центр тяжести сжатой зоны. Разрушение происходит по пространственному сечению, образованному спиральной трещиной и замыкающей ее сжатой зоной, расположенной под углом α к горизонтальной оси элемента.

Положение сжатой зоны в пространстве определяется параметром C_1 – проекцией отрезка нейтральной оси на продольную ось элемента. По нормали к косому сечению действуют проекции внешних расчетных моментов $M_y \sin \alpha$ и $T_x \cos \alpha$.

Условие прочности по несущей способности при совместном действии крутящего момента и поперечной силы выводится из соотношения моментов внешних и внутренних сил относительно оси, проходящей через центр тяжести сжатой зоны балки.

В обоих случаях эпюру напряжений в сжатой зоне принимаем в виде прямоугольной трапеции, с учётом упругопластической работы бетона. Высоты сжатых зон определяются из уравнения проекций всех сил, действующих в рассматриваемом пространственном сечении на нормаль к плоскости сжатой зоны.

Предложенная в замкнутом виде методика расчёта пространственных сечений позволяет как проектировать, так и проверять несущую способность железобетонных балок эксплуатируемых объектов.

Большое количество отечественных и зарубежных исследований утверждают, что, в большинстве случаев, при кручении с изгибом трещины в балках развиваются под углом 45° , что даёт возможность для упрощения способа расчёта. Также примеры расчётов показывают, что высоты сжатых зон имеют почти всегда малую величину и, как правило, не превышают величин защитных слоёв бетона, и поэтому моментами от усилий в бетоне и усилий в сжатой арматуре можно пренебречь.

УДК 621.433

ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГАЗОДИЗЕЛЯ

А. Г. ВЕТОШНИКОВ

Научный руководитель А. В. КОЗЛОВ, д-р техн. наук

Федеральное государственное унитарное предприятие

«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ АВТОМОБИЛЬНЫЙ И
АВТОМОТОРНЫЙ ИНСТИТУТ «НАМИ»

Москва, Россия

В настоящее время в мире остро встали проблемы истощения природных ресурсов, уменьшения негативного воздействия на окружающую среду от выбросов загрязняющих веществ. В этой связи актуальной становится задача поиска альтернативы нефтяным топливам. Поэтому основной целью работы является улучшение экономических и экологических показателей газодизельного двигателя при его работе на природном газе и определение необходимых регулировок. Объектом испытаний является двигатель: $i = 6$, V-образный, $V_d = 11$ л., $\varepsilon = 17,5$, $N_e = 200$ кВт при 1900 мин⁻¹, $M_k = 1120$ Нм при 1100 – 1500 мин⁻¹, с установленной дополнительной газовой системой питания и системой управления, обеспечивающей работу по газодизельному циклу. Методикой проведения испытаний предусматривалось определение регулировочных характеристик двигателя по составу топливно-воздушной смеси, по углу опережения впрыска, по величине запальной дозы с оценкой мощностных, экономических и экологических показателей. Было проведено индицирование внутрицилиндровых процессов двигателя.

В ходе испытаний было установлено, что наилучшая эффективность работы газодизельного процесса с минимальными значениями удельного эффективного расхода топлива и выбросов HC и CO достигается при коэффициенте избытка воздуха равном $1,35$ – $1,5$ и поддерживается на всех режимах работы двигателя. Изменение цикловой подачи дизельного топлива незначительно влияет на эффективность работы газодизеля. Для увеличения степени замещения жидких топлив газообразными, принято значение величины запальной дозы 5 – 10 % от максимальной подачи топлива.

Результаты проведенных экспериментальных исследований говорят о том, что использование оптимальных алгоритмов управления рабочим процессом газодизеля обеспечивает улучшение топливно-экономических показателей двигателя на 5 – 10 % на отдельных режимах (при малых и средних нагрузках) по сравнению с дизелем и в значительной степени снижает выбросы твердых частиц и оксидов азота. С другой стороны, работа в газодизельном режиме сопровождается существенным увеличением выбросов CO и HC относительно дизельной версии двигателя.

Ив. В. ДЕНИСОВ, Ил. В. ДЕНИСОВ
Научный руководитель Ю. В. БАЖЕНОВ, канд. техн. наук, проф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А. Г. и Н. Г. Столетовых»
Владимир, Россия

В процессе эксплуатации автотранспортных средств (АТС) происходит износ сопряженных деталей узлов и агрегатов машины, что приводит к снижению эксплуатационных свойств транспортных машин.

В процессе диагностирования технического состояния передней подвески (ПП) ВАЗ-21703 проводились измерения углов развала управляемых колес (УРУК), которые позволили установить динамику их изменения в условиях эксплуатации (рис. 1).

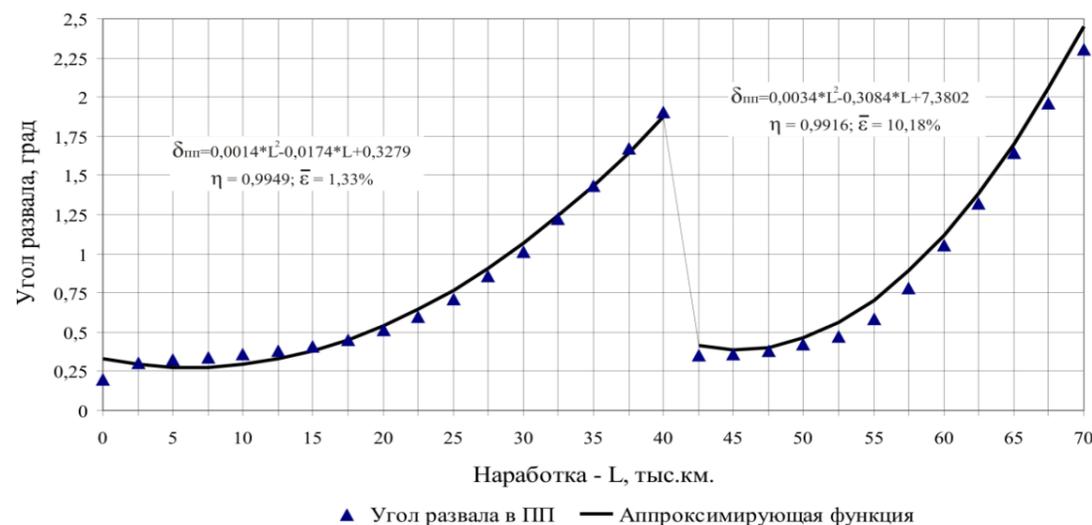


Рис. 1. Формирование угла развала в ПП автомобиля ВАЗ-21703 в условиях эксплуатации

На рис. 1 видны два участка с различной интенсивностью изменения УРУК. Рост угла развала в системе на наработке АТС 40–45 тыс. км связан с отказами шаровых шарниров рычагов и подшипников верхней опоры телескопических стоек ПП, а при достижении пробега 70–75 тыс. км с момента начала эксплуатации наблюдаются отказы телескопических стоек и подшипников ступиц колес транспортной машины.

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

Кручение, обычно, рассматривают как вторичный эффект силового воздействия на сооружения, однако, в сравнении с изгибом, несущая способность железобетонных элементов, подверженных кручению, существенно ниже. Кручение неизбежно возникает в пространственных рамных конструкциях и прогонах монолитно связанных с второстепенными опорными конструкциями.

Опыты показали, что при кручении железобетонный элемент в начальной стадии загрузки, до образования трещины, работает упруго. В нём возникают главные сжимающие и главные растягивающие напряжения, направленные под углом 45° к продольной оси элемента.

При рассмотрении действия отдельных внешних силовых факторов был выведен тензор напряжений в любой точке прямоугольного сечения балки, испытывающей деформацию плоского изгиба с кручением:

$$T_n = \begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{xy} & 0 & 0 \\ \tau_{xz} & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

Для определения величин и направлений главных напряжений находят инварианты напряжённого состояния:

$$\left. \begin{aligned} I_1 &= \sigma_x + \sigma_y + \sigma_z = \sigma_x; \\ I_2 &= \sigma_x \sigma_y + \sigma_y \sigma_z + \sigma_z \sigma_x - \tau_{xy}^2 - \tau_{yz}^2 - \tau_{xz}^2 = -\tau_{xy}^2 - \tau_{xz}^2 < 0; \\ I_3 &= |T_n| = \tau_{xy}^2 \tau_{xz}^2. \end{aligned} \right\}$$

Главные напряжения находят из решения кубического уравнения.

В общем случае балки пространственных систем имеют:

- одно сечение, при $V_z = 0$; $M_y = M_y^{\text{max}}$;
- два сечения, при $M_y = 0$.

В первом случае при $b < h$ в точках В и В' прямоугольного сечения реализуется состояние чистого сдвига. Учитывая, что $\sigma_x < 0$, то, очевидно, для точки А $\sigma_1 < |\tau_{xy}|$ и напряжение в точке В будет больше напряжения в

УДК 621.51
ЦЕНТРОБЕЖНО-МАГНИТНЫЙ СПОСОБ ОСУШКИ СЖАТОГО
ВОЗДУХА ДЛЯ ПНЕВМОПРИВОДА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

М. В. ГОСПОД

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

Для удешевления объектов строительства, улучшения качества строительных материалов, сокращения сроков выполнения работ широко применяются строительные машины и оборудование с пневматическим приводом: для приведения в движение рабочего органа в ручных пневмомашинках (перфораторах, отбойных и рубильных молотках и др.), в пневмотолкателях системы управления машин, тормозных устройствах, в смесительных машинах для наклона барабана при разгрузке, для приведения в движение падающей части в сваебойных установках и др. Безотказность работы пневмопривода в значительной мере зависит от качества очистки сжатого воздуха, т.к. при наличии в нем воды в жидком состоянии происходит возникновение коррозии элементов, смывается смазка с трущихся деталей и, соответственно, увеличивается их износ. В зимнее время года, при понижениях температур, происходит замерзание влаги и, как следствие, отказ пневмопривода.

На сегодняшний день, наиболее эффективным способом осушки сжатого воздуха является центробежно-магнитный (силовой) способ, разработанный в университете. Поток сжатого воздуха направляется по винтовой траектории, где на первом этапе под действием центробежной силы инерции происходит удаление конденсата (воды в жидком состоянии), образовавшегося в результате сжатия воздуха. Затем поток сжатого воздуха подвергается ультрафиолетовому облучению и частицы воды получают положительный электрический заряд. Далее поток входит в магнитное поле. Поток положительно заряженных частиц воды под действием силы Лоренца отбрасывается к вертикальным стенкам корпуса, которые к этому моменту уже покрыты тонким слоем воды. Частицы воды, достигшие ее слоя на стенках корпуса, соединяются с имеющимися там молекулами воды и удерживаются за счет наличия водородной связи. Вода стекает вниз в специальную полость.

Центробежно-магнитный способ осушки сжатого воздуха пневмопривода отличается от других способов (адсорбции и мембранной диффузии) меньшими энергозатратами, отсутствием необходимости в расходных материалах, стабильностью высоких значений степени осушки в течении всего срока эксплуатации влагоотделителя.

УДК 621.436.12
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ
ВПРЫСКА ТОПЛИВА НА ПОКАЗАТЕЛИ ДИЗЕЛЯ
ПРИ РАБОТЕ НА В100

Н. С. ЗУЕВ

Научный руководитель А. В. КОЗЛОВ, д-р техн. наук
Федеральное государственное унитарное предприятие
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ АВТОМОБИЛЬНЫЙ И
АВТОМОТОРНЫЙ ИНСТИТУТ «НАМИ»
Москва, Россия

Применение биотоплив актуально для обеспечения глобальной энергетической и экологической безопасности, а также снижения выбросов парниковых газов в атмосферу.

Цель работы: экспериментальное исследование технико-экономических и экологических характеристик дизеля, работающего на В100 с различными регулируемыми параметрами топливной аппаратуры.

Объектом испытаний является дизель ЯМЗ-6566, оборудованный топливной аппаратурой аккумуляторного типа, электронным блоком управления АБИТ М240, позволяющим обеспечивать двухстадийный впрыск топлива. Испытания дизеля проводились на режимах внешней скоростной характеристики и по 13-ти ступенчатому стационарному испытательному циклу ESC (Правила 49 ЕЭК ООН) на моторном стенде.

Было проведено исследование влияния 3-х различных настроек топливоподачи на технико-экономические характеристики и выбросы СН, СО, NO_x, сажи.

1. Угол опережения впрыска топлива (УОВТ) пилотной и основной порций уменьшился на 3 град. п.к.в.

2. УОВТ пилотной порций уменьшился на 3 град. п.к.в.

3. Увеличена пилотная порция до 10 мг, общая цикловая подача не увеличилась, УОВТ не изменялся.

Как показало исследование, за счет изменения закона топливоподачи удалось достичь снижения NO_x на В100 по сравнению ДТ в среднем на 20 % и дымности отработавших газов на 20...50 %. Наилучшим, с этой точки зрения, оказался первый вариант настроек. Снижение концентрации NO_x объясняется снижением максимальной температуры сгорания как за счет более низкой теплоты сгорания топлива, так и за счет более позднего начала сгорания топлива при более низком давлении. Снижение дымности объясняется наличием кислорода в молекулах биотоплива.

Проведенные исследования показали, что при использовании В100, оптимизации топливоподачи по количеству впрыскиваемого топлива и УОВТ можно добиться обеспечения мощности и крутящего момента таких же, как при работе на ДТ при снижении выбросов оксидов азота и сажи.

УДК 621.433.2

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ,
РАБОТАЮЩЕГО НА ПРИРОДНОМ ГАЗЕ

К. В. МИЛОВ

Научный руководитель А. В. КОЗЛОВ, д-р техн. наук
Федеральное государственное унитарное предприятие
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ АВТОМОБИЛЬНЫЙ И
АВТОМОТОРНЫЙ ИНСТИТУТ «НАМИ»
Москва, Россия

Разработка сложных систем управления современных двигателей – длительный и дорогостоящий процесс. Актуальность данной работы обоснована сокращением затрат на разработку и калибровку систем управления, используя оборудование National Instruments (NI).

Цель работы – разработка системы управления двигателя ЯМЗ-536, переоборудованного для работы на природном газе, обеспечивающей оптимальную работу в различных режимах эксплуатации, с соблюдением норм токсичности, на базе аппаратной части и программного обеспечения NI. Аппаратная часть системы управления представлена в виде стойки ECS-1008, состоящей из модулей. Модульная структура системы позволяет экономить значительное количество времени на создание и настройку системы управления двигателем.

Система управления разрабатывается для газового рядного шестицилиндрового двигателя ЯМЗ-536 с основными характеристиками: диаметр цилиндра – 105 мм; ход поршня – 128 мм; рабочий объем – 6,65 л; максимальная эффективная мощность – 180 кВт при 2300 мин⁻¹; максимальный крутящий момент 820 Нм при 1600–2000 мин⁻¹.

На первых этапах разработки создавалась программная часть в среде графического программирования LabVIEW, заполнялись калибровочные таблицы; далее отлаживалась работа двигателя в режиме симуляции; подключалась аппаратная часть к двигателю и в режиме реального времени производилась окончательная доводка системы управления. Режим реального времени позволяет изменять параметры, например, продолжительность впрыска, цикловую подачу, угол опережения зажигания и т.д. и мгновенно отслеживать реакцию двигателя на эти изменения.

Проведена оптимизация параметров управления двигателя с целью обеспечения требований, предъявленных для совместной работы двигателя с комплексной системой нейтрализации отработавших газов.

Проведенные исследования показали, что система управления позволяет отслеживать и контролировать процессы в двигателе в режиме реального времени и сократить затраты на разработку новых систем управления, например, для двухтопливных двигателей или двигателей, работающих на альтернативных топливах.

УДК 621.9

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ ИЗ СБОРНЫХ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ
СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

А. Д. ГАВРИЛЕНКО

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

Качество строительства определяется совокупностью характеристик возведенных зданий, обеспечивающих выполнение требований стандартов в области строительства по устойчивости, прочности, надежности, и безопасности жизнедеятельности. Проблема повышения уровня качества в строительстве является острой в условиях дефицита инвестиций, жесткой конкуренции и сокращения объемов строительно-монтажных работ.

Формирование качества возводимых зданий происходит на всем пути создания строительной продукции. Первым этапом создания строительной продукции является процесс проектирования объекта, потом процесс изготовления строительных изделий, конструкций и материалов из которых будет возводиться здание, затем непосредственно процесс выполнения строительно-монтажных работ на строительной площадке по утвержденным проектам.

Гарантия качества строительных материалов и изделий – это строгое соблюдение технологического процесса их изготовления. В связи с этим, возникает необходимость управления качеством процессов при производстве сборных железобетонных конструкций. Обеспечивать и поддерживать процессы изготовления конструкций на приемлемом и стабильном уровне, гарантируя при этом соответствие продукции установленным требованиям, можно с помощью статистического управления процессами изготовления. Основным статистическим инструментом, используемый при этом, являются контрольные карты, диаграмма Исикавы или кривая Парето.

Используя статистическое управление, можно выявить существующие недостатки процессов изготовления строительных конструкций, определить методы их устранения, а также непрерывно улучшать качество исследуемых процессов.

И. А. ТЕРЕНТЬЕВ

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

Система курсовой устойчивости (СКУ) автомобиля препятствует потере устойчивости и управляемости при его движении в сложных дорожных условиях и некорректных воздействиях водителя на органы управления, осуществляя динамическую коррекцию параметров движения транспортной машины. СКУ контролирует продольную и поперечную динамику движения автотранспортного средства (АТС).

СКУ имеет сложную архитектуру и осуществляет информационное взаимодействие с другими системами активной безопасности автомобиля, так как управляет работой антиблокировочной системы (АБС), антипробуксовочной системы (АПС), системы активной подвески (САП), системы активного рулевого управления (САРУ), системы распределения тормозных усилий (СРТУ), системы управления крутящим моментом двигателя (СУКМД), системы электронной блокировки дифференциала (СЭБД), системы экстренного торможения (СЭТ) (рис. 1).

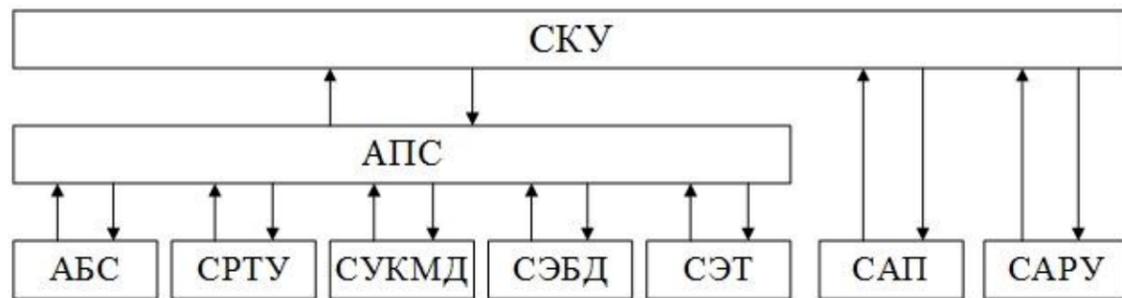


Рис. 1. Информационная схема системы курсовой устойчивости автомобиля категории М1

СКУ функционирует комплексно с другими системами активной безопасности АТС и обеспечивает целый набор вспомогательных контраварийных действий, направленных на сохранение устойчивости и повышение управляемости транспортной машины в эксплуатации.

Е. А. МИРЕНКОВА

Научный руководитель А. В. КОЗЛОВ, д-р техн. наук
Федеральное государственное унитарное предприятие
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ АВТОМОБИЛЬНЫЙ И
АВТОМОТОРНЫЙ ИНСТИТУТ «НАМИ»
Москва, Россия

Природный газ (ПГ) – это наиболее перспективное и доступное альтернативное топливо для автотранспорта с точки зрения энергетических инноваций и защиты окружающей среды. Согласно ожиданиям аналитиков, в ближайшем будущем роль ПГ в мировой энергетике будет расти в среднем на 2 % каждый год до 2020 г.

Таким образом, целью работы являлась оценка энергоэффективности ДВС с точки зрения сокращения выбросов парниковых газов, которая выражается в эквивалентном выбросе диоксида углерода (CO₂).

Оценка проведена для трех вариантов силовых установок: дизель, газовый двигатель и газодизель. Для расчета в качестве транспортного средства принят автобус с дизельным двигателем на базе ЯМЗ-6566. Каждый вариант двигателя оборудован системой топливоподачи, обеспечивающей работу по дизельному циклу, по циклу газового двигателя с искровым зажиганием и по газодизельному циклу.

Для проведения расчетов была использована разработанная комплексная методика технико-экономической и экологической оценки перспектив использования альтернативных видов топлива на автомобильном транспорте в полном жизненном цикле (ПЖЦ) от добычи сырья до их использования при эксплуатации автотранспорта и его утилизации. Методика учитывает потребление природных ресурсов, энергии, выбросы вредных веществ и ущерб окружающей среде от их негативного воздействия, а также денежные затраты на осуществление жизненного цикла альтернативных топлив и силовых установок.

В результате проведенных расчетов, за ПЖЦ выброс углекислого газа от газодизеля меньше на 15,8 % по сравнению с газовым двигателем, и на 22,5 % – по сравнению с дизелем. В результате анализа экономической эффективности газодизеля, дизеля и газового двигателя, установлено, что применение ПГ в качестве основного топлива позволяет уменьшить затраты на реализацию ПЖЦ почти в 1,6–1,8 раза.

Применение ПГ позволит повысить энергоэффективность ДВС.

УДК 629.331
 НАДЕЖНОСТЬ ДОБАВОЧНОГО РЕЗИСТОРА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО
 ВЕНТИЛЯТОРА РАДИАТОРА СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ
 LADA KALINA В ГАРАНТИЙНЫЙ ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ

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

В ходе проведения исследований эксплуатационной надежности автомобилей марки *Lada Kalina* установлено, что отказы добавочного резистора (ДР) электрического вентилятора радиатора системы охлаждения носят массовый характер. В период с 01.01.11 по 30.04.13 гг. на базе официальных дилерских центров ОАО «АвтоВАЗ» в г. Владимире, получена выборка АТС с обрывами цепи ДР, объем которой составил 93 единицы. В результате обработки массива наработок до отказа в соответствии с общепринятыми методиками установлена гистограмма распределения неисправностей анализируемого элемента (рис. 1).

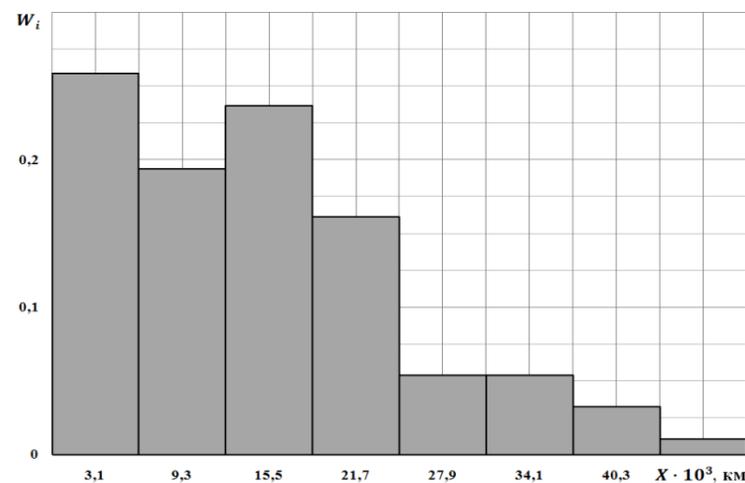


Рис. 1. Гистограмма распределения частот отказов ДР

Рассчитан средний ресурс ДР автомобилей марки *Lada Kalina*, который составляет $X_{cp} = 14,8$ тыс. км. Определен теоретический закон распределения наработок до отказа данного узла в гарантийный период эксплуатации. Гипотеза о принадлежности опытных данных к закону Вейбулла не отвергается, так как расчетное значение ($\chi^2 = 4,53$) критерия согласия Пирсона удовлетворяет табличному ($\chi_{табл}^2 = 11,07$).

УДК 629.331
 НАДЕЖНОСТЬ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ КАТУШКИ ЗАЖИГАНИЯ
 АВТОМОБИЛЯ LADA KALINA В ГАРАНТИЙНЫЙ ПЕРИОД
 ЭКСПЛУАТАЦИИ

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

В результате пассивного эксперимента по сбору первичной информации о надежности автомобилей марки *Lada Kalina*, выполненного в период с 01.01.2011 по 30.04.2013 на базе официальных дилерских центров ОАО «АвтоВАЗ» в г. Владимире, получена выборка АТС с дефектами индивидуальных катушек зажигания (ИКЗ), объем которой составил 98 единиц. Обработка массива наработок до отказа в соответствии с общепринятыми методиками позволила установить гистограмму распределения неисправностей анализируемого узла (рис. 1).

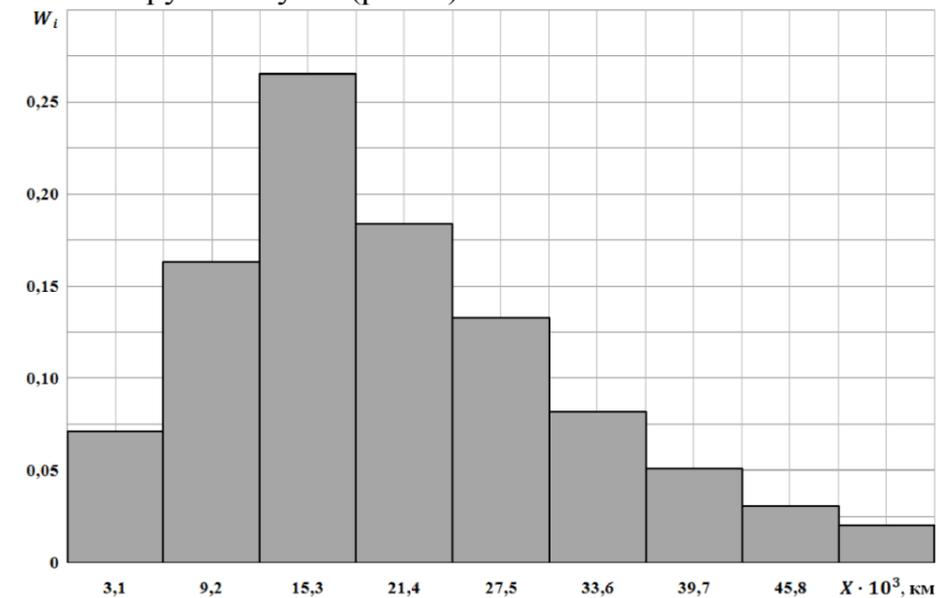


Рис. 1. Гистограмма распределения частот отказов ИКЗ

По результатам исследования установлено, что средний ресурс ИКЗ автомобилей марки *Lada Kalina* составляет $X_{cp} = 20,6$ тыс. км. Определен теоретический закон распределения наработок данного узла в гарантийный период эксплуатации. Гипотеза о принадлежности опытных данных к закону Вейбулла не отвергается, так как расчетное значение ($\chi^2 = 2,68$) критерия согласия Пирсона удовлетворяет табличному ($\chi_{табл}^2 = 12,59$).