

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Материалы, оборудование
и ресурсосберегающие технологии**

Материалы международной
научно-технической конференции
Могилев, 16–17 апреля 2015 г.

Могилев
ГУ ВПО «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
2015

УДК 621:531:621.76:62-83:625:624:620.179:62-83:338«324»(043.2)

ББК 65.30:34.6:39.3:38:34.9:31.291

М34

Редакционная коллегия : д-р техн. наук, проф. И. С. Сазонов (гл. редактор); д-р техн. наук, доц. В. М. Пашкевич (зам. гл. редактора); В. И. Кошелева (отв. секретарь); канд. техн. наук, доц. М. Е. Лустенков; д-р техн. наук, проф. В. П. Куликов; д-р техн. наук, доц. С. А. Рынкевич; д-р техн. наук, доц. С. Д. Семенюк; канд. физ.-мат. наук, доц. И. И. Маковецкий

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

М34 **Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы междунар. науч.-техн. конф. / 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, 2015. – 403 с. : ил.**

ISBN 978-985-492-144-0.

В сборнике материалов конференции рассмотрены вопросы разработки прогрессивных технологических процессов в машиностроении, создания самообучающихся систем искусственного интеллекта для управления качеством и техническим уровнем изделий машиностроения, механизмы для технологической оснастки. Приведены результаты исследований в области современных технологий и машин сварочного производства, получения и обработки новых материалов и покрытий.

Рассмотрены вопросы проектирования, производства и эксплуатации транспортных средств; приведены результаты исследований в области ресурсосберегающих технологий, конструкций и материалов в строительстве; информационно-измерительной техники для контроля и диагностики объектов. Рассмотрены экономические аспекты деятельности промышленных предприятий Республики Беларусь.

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

УДК 621:531:621.76:62-83:625:624:620.179:62-83:338«324»(043.2)

ББК 65.30:34.6:39.3:38:34.9:31.291

ISBN 978-985-492-144-0

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет», 2015

Научное издание

Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии

Материалы международной научно-технической конференции
Могилев, 16–17 апреля 2015 г.

Авторы несут персональную ответственность за содержание тезисов докладов

Технический редактор И. В. Брискина

Компьютерная верстка И. В. Брискина

Подписано в печать 02.04.2015 г. Формат 60x84/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Печать трафаретная. Усл.печ.л. 23,48. Уч.-изд.л. 26,25.
Тираж 200 экз. Заказ № 201.

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.

ГОРОХОВСКАЯ Л.А., ЧУГУЛЬКОВА Л.М. Некоторые аспекты валютной интеграции Беларуси: проблемы и пути решения.....	352
ЖЕСТКОВА Е.С. Методика оценки риска инвестиционных проектов.....	354
ЗУБКОВ А.С. К вопросу отражения в консолидированной отчетности категории «гудвилл».....	356
КАЗАНСКИЙ А.В. О способах оценки эффективности системы высшего образования.....	358
КАМИНСКАЯ С.О., САМАРЦЕВ К.С., САМАРЦЕВ С.Б. Взаимодействие структурных составляющих непрерывного образования.....	360
КЛИМОВА Е.С. Проблемы привлечения внешних займов промышленными предприятиями.....	362
КОЗЛОВА Л.Г., КУРСОВА И.Я., РУБАНОВА Н.В. Проблемы оценки конкурентоспособности предприятия в условиях глобализации..	364
КОЛЕСНИКОВ А.В. Варианты развития венчурного финансирования в условиях инновационного климата Республики Беларусь.....	366
КУРСОВА И.Я., РУБАНОВА Н.В., СЕДЛУХО О.В. Эффективность инновационной деятельности промышленного предприятия.....	368
ЛОБИКОВА О.М., ГАЛЮЖИН С.Д. Тепловые насосы: экономические проблемы использования.....	370
МАЙСЮК Е.В. Инновационное развитие зерноперерабатывающих предприятий Республики Беларусь.....	372
НАРКЕВИЧ Л.В. Интеграционные процессы Республики Беларусь.	374
НЕЧАЕВА Т.Г., БОРОДИЧ Т.А. Совершенствование управления трудовыми ресурсами организации.....	376
НЕЧАЕВА Т.Г., КУНАКИНА Е.В. Проблемы развития промышленности Республики Беларусь.....	378
ПЕКЕРТ Н.А., ПУШКИНА Л.И., ЧУМАЧЕНКО О.И. Механизм реструктуризации предприятий как механизм повышения их конкурентоспособности.....	380
ПЕКЕРТ Н.А., ПУШКИНА Л.И., ЧУМАЧЕНКО О.И. Совершенствование налоговой системы Беларуси в рамках единого экономического пространства.....	382
СЕРГЕЙЧИК Н.А. Экономическая психология как основа прогнозирования качества управленческого труда.....	384
ТРЕНИХИН А.П., БАРАНОВСКИЙ А.Г. Факторы конкурентоспособности и механизм их реализации на промышленных предприятиях.....	386
ЧУГУЛЬКОВА Л.М., ГОРОХОВСКАЯ Л.А. Финансовое обеспечение модернизации экономики Республики Беларусь.....	388

УДК 621.9

НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ
ЗАО «ПРОМЛИЗИНГ»

А. Н. ЖИГАЛОВ

ЗАО «ПРОМЫШЛЕННАЯ ЛИЗИНГОВАЯ КОМПАНИЯ»

Могилев, Беларусь

Закрытое акционерное общество «Промышленная лизинговая компания» (ЗАО «Промлизинг») г. Могилев учреждено в 1996 г. заводами Республики Беларусь, производящих следующую продукцию (табл. 1).

Табл. 1. Заводы акционеры ЗАО «Про лизинг»

№	Наименование акционера	Выпускаемая продукция
1	ОАО «Гомельский литейный завод «Централи»	чугунное литье, в том числе станочные станины
2	ОАО «ВИСТАН», г. Витебск	станки кругло шлифовальные, токарно-винторезные, зубообрабатывающие
3	ОАО «Волковысский машиностроительный завод»	литейное оборудование
4	ОАО «ГЗСУ», г.Гомель	станки токарно-винторезные
5	УП «МЗАЛ им. П. М. Машерова»	токарные автоматические линии
6	ОАО «Молодечненский станкостроительный завод»	станки сверлильные
7	ОАО «СтанкоГомель»	станки фрезерные
8	ОАО «Кузлитмаш»	кузнечно-прессовое оборудование
9	ОАО «Завод ПАК»	комплектующие к станкам
10	ОАО «БелАЗ»-управляющая компания холдинга "БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ"	крупногабаритная самосвальная техника
11	ОАО «КИЗ "СИТОМО»	слесарно-монтажный инструмент
12	ОАО «БелТАПАЗ»	токарные патроны

ЗАО «Промлизинг» представлено практически всей станкоинструментальной отраслью Республики Беларусь.

Основной целью функционирования ЗАО «Промлизинг» является удовлетворение потребностей станкоинструментальных предприятий в инструменте, сырье, комплектующих, оказание помощи в сбыте готовой продукции, а также содействие в развитии и совершенствовании их технического и технологического уровня. Создана снабженческо-сбытовая сеть в Беларуси, России, Украине, Казахстане и странах Балтии по сбыту всей гаммы инстру-

мента и станочного оборудования. Проводятся работы по созданию и внедрению инновационных проектов, связанных с металлообработкой. Например, разработаны инновационные технологические проекты и осуществлена комплексная поставка оборудования под такие технологии на ОАО «Гомельский литейный завод «Центролит», ОАО «Могилевхимволокно», ОАО «Российские железнодорожные линии» и ряд других предприятий.

В последние десять лет деятельность ЗАО «Промлизинг» связана с производством резцов токарных напайных; резцов специальных, применяемых в основном для оборонной промышленности России; напайных ножей для фрез и др. различного вида напайного инструмента.

ЗАО «Промлизинг» выпускает десять видов резцов токарных (сорока шести типоразмеров) и трех видов напайваемых твердосплавных пластин (BK8, T15K6, T5K10). С учетом тринадцати–пятнадцати операций, выполняемых для каждого вида и сечения резца, вся технологическая база для производства резцов включает 20 100 операций. Управление всем технологическим процессом с учетом логистики закупок, выдачи сменных заданий, контроля запуска и выпуска продукции, работоспособность технологической оснастки и оборудования, а также сдача готовых изделий на склад и списание всех материалов осуществляется двумя специалистами: мастером и технологом.

Эффективное управление таким большим объемом технической и экономической информации достигается за счет использования групповых методов обработки, типизации технологий и автоматизации процессов подготовки и учета.

Разработана нанотехнология и создан метод аэродинамического звукового упрочнения [1], позволяющий путем создания колебаний звуковой частоты и образования упругих волн воздействовать на дефекты кристаллической решетки и дислокации структуры, при котором инициируются процессы самоорганизации, приводящие к структурно-фазовым превращениям из-за локализованного резонанса с кристаллической решеткой. Процесс самоорганизации обеспечивает переход от беспорядочного движения флуктуаций и их хаотического состояния к новому порядку, позволяющему улучшать параметры структуры для данных условий эксплуатации. В обработанных твердых сплавах происходит измельчение карбидных фаз и их перераспределение.

Твердосплавные пластины из сплава T15K6, обработанные нанотехнологическим аэродинамическим звуковым методом, показывают наибольшую эффективность при обработке прерывистых поверхностей. Стойкость инструмента при этом повышается в 2,5–4,0 раза.

Для каждой видовой группы резцов выбирается наиболее комплексное (характерное) изделие – резец сечением 25x16 мм. Выбранное типовое изделие включает в себя все элементарные поверхности, имеющиеся в других деталях группы, для которых разработаны типовые технологические процессы.

БЕЛЯТКО А.А., БАХУР С.И., ГАЛУШКО В.Н. Повышение надежности электрооборудования для предприятий железнодорожной отрасли.....	322
ВЫГОВСКАЯ Н.В., КОЗЛОВА Л.А., ПРУДНИКОВ В.М. Внедрение методологии разработки программного обеспечения Scrum в учебный процесс.....	323
ЛАПТИНСКИЙ В.Н. Многоточечная задача управления с квазиразделенными краевыми условиями.....	325
ПЕТРОВ А.Г., ДРОБОВ А.В., ГАЛУШКО В.Н. Разработка программного инструментария повышения энергоэффективности электрооборудования.....	326
СТАРОВОЙТОВ А.Г., СКРЯБИНА Г.И., ЧЕРКАСОВА И.А. О закономерностях и коммерческих потерях в энергосистеме.....	327
ЧЕРНАЯ Л.Г., АБАБУРКО В.Н., САЗОНКО А.Е. Кабельные соединения взрывозащищенных электродвигателей с преобразователями частоты и устройствами плавного пуска.....	329
ЧЕРНАЯ Л.Г., АБАБУРКО В.Н., КАНТОР В.Ч. Особенности технического обслуживания и ремонта взрывозащищенных средств автоматизации и контроля.....	331
ЯКИМОВ Е.А., ЗАЙЧЕНКО Е.А., ШЕБАН Т.Л. Исследование результатов восстановления временных рядов методом анализа сингулярного спектра.....	333
ЯНКОВИЧ А.В., ЖЕСТКОВА Л.В., ЛАБКОВИЧ Г.В. Оценка энергосбережения при модернизации электропривода технологических установок.....	335
ЯСЮКОВИЧ Э.И., ВАСИЛЕВСКИЙ В.П., СТОЛЯРОВ Ю.Д. Инновации в высшем образовании.....	337

Секция 10. Развитие промышленного предприятия: экономика, финансы и инновации

АЛЕКСАНДРЕНКО М.С. Зарубежный опыт кредитования физических лиц.....	338
БАЛЬЧЕВСКАЯ О.В., ВЕРЕМЕЕВА И.А. Анализ инвестиционных проектов в условиях инфляции.....	340
БОРИСОВЕЦ О.Г. Проектирование модели системы управления материально-техническим снабжением предприятия.....	342
ВЕРЕМЕЕВА И.А., БАЛЬЧЕВСКАЯ О.В. Применение методов оптимизации налогообложения на предприятии.....	344
ВОЛКОВА О.В. Развитие инновационной деятельности промышленных предприятий в Могилевской области.....	346
ВОРОНКОВ Ю.В. Налоговая оптимизация как способ экономии....	348
ГАПЕЕВА-СЕРГЕЙЧИК О.О., КАРАНЕВИЧ С.М. Роль инноваций в устойчивом экономическом развитии промышленных предприятий....	350

ИВАШКЕВИЧ И.В., СТАСЬКОВ Н.И., ФИЛИППОВ В.В. Структура пленок TiO_x на кремниевых подложках.....	290
КАМЕНСКАЯ Н.Е., СТАСЬКОВ Н.И., ИВАШКЕВИЧ И.В. Переходные слои в кремниевой структуре $Si_3N_4-SiO_2-cSi$	292
КОЗЫРИЦКИЙ П.А. Защита от действия геопатогенных зон Земли	294
ЛЕБЕДЕВ В.Я., ГЛУСКИН В.М. Подтверждение соответствия режущего инструмента требованиям ТР ТС 010/2011.....	296
ПАРАШКОВ С.О., СОТСКИЙ А.Б., СОТСКАЯ Л.И. Отражательная способность призмы связи.....	298
ПАРАШКОВ С.О., СОТСКИЙ А.Б., ХОМЧЕНКО А.В. Оптимизация оси вращения призмы связи.....	300
РОМАНОВ А.Ф., ХОДАСЕВИЧ А.И., ЧЕРНОБАЙ И.А. Георадарноакустический метод и аппаратура экспресс-контроля прочности дорожных покрытий.....	302
САНДОМИРСКИЙ С.Г., САНДОМИРСКАЯ Е.Г. Анализ методики контроля твердости движущихся цилиндров с малым отношением длины к диаметру.....	304
СТАСЬКОВ Н.И., КРЕКОТЕНЬ Н.А., ШИЛОВ А.В. Многоугольная эллипсометрия поликристаллического кремния на кремниевой подложке с оксидным слоем.....	306
СЧАСТНЫЙ А.С., ОСИПОВ А.А. Анизотропия параметров петли магнитного гистерезиса листового проката низкоуглеродистых сталей...	308
ХОМЧЕНКО А.В., ПРИМАК И.У., ВАСИЛЕНКО А.Н. Анализ распределения механических напряжений в закаленном стекле.....	309
ХОМЧЕНКО А.В., ПРИМАК И.У., КОРНЕЕВА И.А., КРЕКОТЕНЬ Н.А. Рефлектометрия многослойных структур на кремниевой подложке.....	310
ШИЛОВ А.В., НОВИКОВ В.А., КУШНЕР А.В. Дефектоскопия ферромагнитных объектов с визуализацией магнитных полей дефектов на пленке.....	312
ШИЛОВ А.В., КУШНЕР А.В., НОВИКОВ В.А. Вид индикаторных рисунков дефектов при магнитном контроле объектов с использованием визуализирующей магнитные поля пленки.....	314
Секция 9. Автоматизация и электропривод	
АБАБУРКО В.Н., ЧЕРНАЯ Л.Г., КОХАН А.В. Моделирование тепловых процессов взрывозащищенных регулируемых электроприводов.....	316
БЕККЕР И.А., СЕРГИЕНКО О.В., СИДОРЕНКО А.С. Педагогическая коррекция мотивации к учению: активные методы проведения лекционных занятий.....	318
БЕЛЯЕВ В.П. Асинхронный электропривод с ШИМ-управлением и упругими связями.....	320

Пооперационная обработка поверхностей всех изделий происходит в той же последовательности, что и для типового резца.

Составление месячного плана производства осуществляется с помощью разработанного программного продукта, за основу которого принят средне-статистический объем реализации каждого вида резца. Процессы выдачи сменных заданий, определения объемов производства и постановки готовой продукции на учет полностью автоматизированы. Эффективность выработки каждого рабочего достигается прогрессивной системой премирования.

Вся оснастка является типовой, включающей в себя базовый корпус, в котором установлены быстросменные элементы. Для сокращения вспомогательного времени применяется оборудование карусельного типа. Базовыми станками в технологии являются карусельно-фрезерные станки моделей ГФ 2122, ГФ 2124, ДФ-62, токарные с ЧПУ.

При обработке в производственных условиях ЗАО «Промлизинг» державок резцов токарных напайных из стали 45 (размер 140x16x25 мм) на фрезерно-карусельном станке ГФ 2122, фрезой диаметром 200 мм (12 зубьев) с пластинами T15K6, подвергнутых аэродинамическому звуковому воздействию, позволило достичь повышения стойкости инструмента в 3,1 раза.

Многообразие прогрессивных научных разработок, внедренных на предприятии, позволяет добиваться высокой эффективности производства, отсюда цены на резцы ниже, чем у конкурентов.

В настоящее время ЗАО «Промлизинг» применяет свой научный и производственный потенциал в направлении создания высокоэффективных нанотехнологических методов упрочнения инструмента, работающего в тяжелых технологических условиях с переменной ударной нагрузкой. Научные результаты защищены патентами, изобретениями, статьями, монографией и учебным пособием [1–4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жигалов, А. Н. Адаптивное управление при совмещенной обработке резанием и ППД / А. Н. Жигалов. – Могилев : УО «МГУП», 2013. – 236 с.
2. Пат. на полезную модель № 9139 РБ, МКИВ23В27/12. Резец для обработки поверхностей / А. Н. Жигалов, Д. Г. Шатуров, М. В. Панков, Г. Ф. Шатуров; заявл. 20.08.12, зарег. 15.01.2013.
3. Жигалов, А. Н. Повышение точности обработки при адаптивном управлении резанием и пластическим деформированием: учеб. пособие / А. Н. Жигалов, А. Г. Схиртладзе, Г. Ф. Шатуров. – Старый Оскол : ТНТ, 2014. – 276 с.
4. Maslov, A. R. A Method of Increasing Hard-Alloy Wear Resistance via Aerodynamic Impact / A. R. Maslov, A. N. Jigalov // Journal of Friction and Wear. – 2014. – No.5. – pp. 421–425.

В последнее время все большую популярность приобретают гибкие автоматизированные системы сбора данных и управления на основе персональных компьютеров. Структура такой системы приведена на рис. 1.

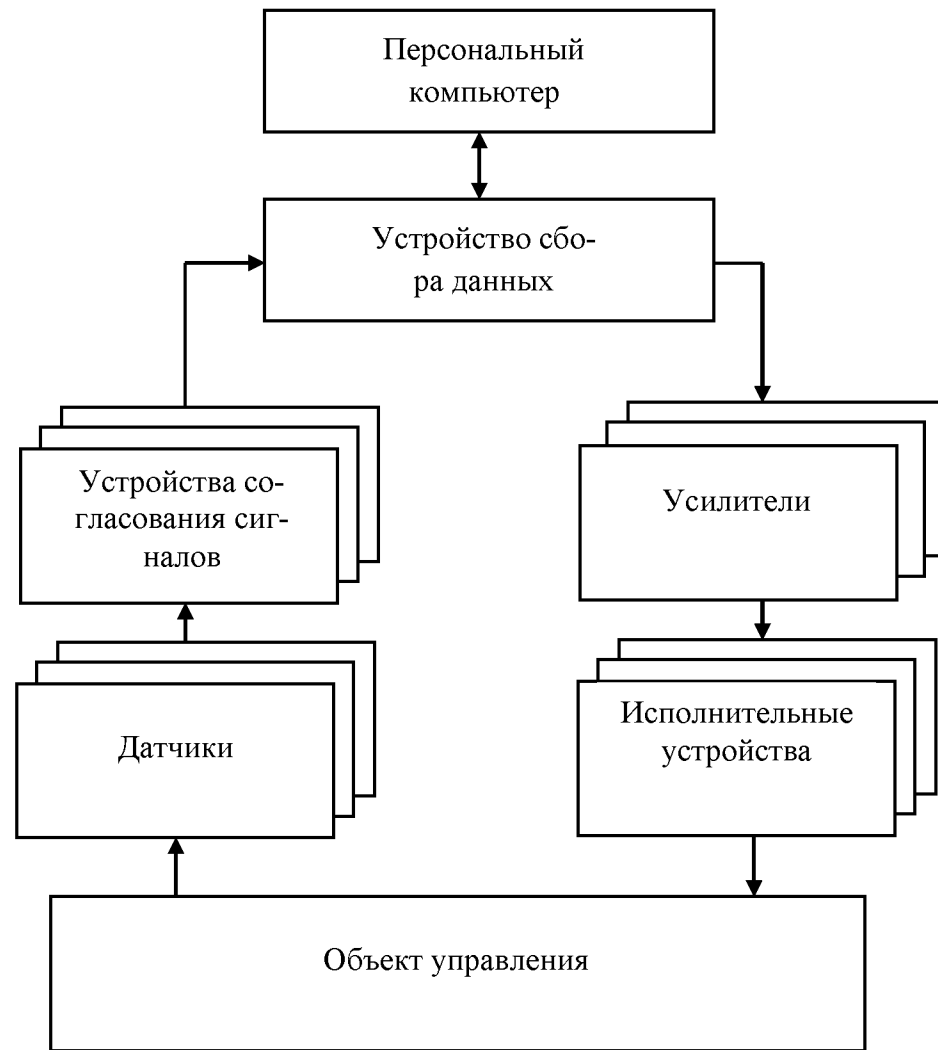


Рис. 1. Структура современной автоматизированной системы сбора данных и управления

На нижнем уровне располагаются различные датчики, которые считывают необходимые параметры объекта управления и исполнительные устройства, осуществляющие непосредственное воздействие на объект управления.

и звукопоглощающих материалов.....	265
СЕМЕНЮК Р.П., КАПТУР Е.В., НЕМЕНКОВ Л.С. Исследование возможности применения керамической крошки в отделочных работах..	267
СЕМЕНЮК Р.П., КОРОБИЦКИЙ М.А., ПЕРЕЦ П.А. Отделочные материалы с использованием полимерного наполнителя.....	268
СЕМЕНЮК С.Д., КУЗЬМИНА А.А., ЗЕЗЮЛИН А.В. Прочность и деформативность бетонов со шлаком ТЭС в сравнении с обычным бетоном.....	269
СЕМЕНЮК С.Д., МАМОЧКИНА М.Г., ДИВАКОВА Г.А. Прочность и деформативность керамзитобетона классов 8/10... 16/20.....	270
СЕМЕНЮК С.Д., ТРУСОВА Ю.Н. Короткие цилиндрические оболочки.....	272
ФРИДКИН В.М., КУЗМЕНКО Д.О., КОЖЕМЯКИНА Е.В. Конструктивно-технологические подходы к разработке современных сквозных стальных конструкций большепролетных сооружений.....	274
ШЕЙДА О.Ю., КОРБУТ Е.Е., РАБЫКО Д.А. Влияние комплексной добавки, содержащей структурированный углеродный наноматериал, на свойства цемента.....	275
ШНЕЙДЕРОВА В.И., МОИСЕЕНКО А.Б., ЛОБИКОВА Н.В. Сравнительный анализ традиционных деревянных построек России и Китая.....	277

Секция 8. Контроль и диагностика промышленных объектов и окружающей среды

АФОНИНА М.И., ИВАНОВ С.В. Современные природосовместимые покрытия для зимних видов спорта.....	279
БОЛОТОВ С.В., ГЕРАСИМЕНКО Н.В., АКПАНУРОМ М. О возможности использования датчиков влажности для контроля состояния трубопроводов тепловых сетей.....	281
БОРИСОВ В.И., МЕЛЬНИКОВА И.С. Влияние внешних условий на выявление дефектов дорожных покрытий методом термографии.....	282
БОРИСОВ В.И., МЕЛЬНИКОВА И.С. Компьютерная программа для обработки термограмм дорожных покрытий с поверхностными дефектами.....	283
БУСЬКО В.Н. Устройство для исследования и контроля анизотропии физико-механических свойств ферромагнитных материалов.....	284
БУХТОЯРОВ В.В., ПЕТРОВСКИЙ Э.А., ГАЛИАХМЕТОВА К.В. Применение нейронных сетей для диагностирования насосов на основе динамограмм.....	286
ГОГОЛИНСКИЙ В.Ф., АФАНАСЬЕВ А.А., ПИСАРИК В.В. Оценка динамической точности пневматического преобразователя следящего типа.....	288

КАТЬКАЛО Ю.А., ТУЛУЕВСКИЙ Н.В., ДРОЗДОВ Д.Н., ДОРМАКОВСКИЙ И.М. Определение видимости дороги на вертикальных кривых электронным тахеометром.....	235
КСЕНОФОНТОВ М.А., ВАСИЛЬЕВА В.С., ОСТРОВСКАЯ Л.Е. Эластичные полиуретановые матрицы для производства железобетонных панелей.....	237
КУРНОСЕНКО Л.В., ЛАТУН Т.С., КАТКОВ В.А. Особенности планирования производственной деятельности строительных организаций.....	239
ЛЕОНОВИЧ И.А., КЕМОВА В.А., АЛЕКСАНДРИКОВ А.А. Повреждения предварительно изолированных труб при их транспортировке.....	241
МАКАЦАРИЯ Д.Ю., МАРТИНОВИЧ Д.В. Организация процесса транспортировки материалов при проведении холодной регенерации асфальтобетонного дорожного покрытия.....	243
MALKIN E.S., ZHURAVSKAYA N.E. Technologies productions of building materials with the use of water treat in the magnetic fields.....	245
МЕЛЬЯНЦОВА И.И., МОСКАЛЬКОВА Ю.Г., САМОЛЫГО Т.С. Прочность и деформативность легкого бетона на керамзитовом песке по результатам испытаний.....	246
МИНЧЕНЯ М.В. Факторы, влияющие на эффективность функционирования строительной отрасли Республики Беларусь.....	248
МИХАЛЬКОВ В.С., ВОЙТЕНКОВА А.В., ГАВРИЛЕНКО А.Д. Определение степени карбонизации цемента.....	250
МОСКАЛЬКОВА Ю.Г., ПЕНИНА Г.Ф. Сталефибробетон в железобетоне.....	252
ОПАНАСЮК И.Л., РЕУТСКИЙ И.А. Технологические и организационные решения способов производства штукатурных работ..	254
ОПАНАСЮК И.Л., РОВСКИЙ А.М. Технологические решения вариантов возведения ленточных фундаментов.....	256
ПАВЛЮКЕВИЧ Ю.Г., КРАВЧУК А.П. Разработка технологического процесса формования листовых стекол тонких номиналов.....	258
ПАРТНОВ С.Б., БИЧУКОВ Д.С., ВЕРЕТЕННИКОВ П.С. Подбор комплекта машин для поточного строительства асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог.....	259
ПЕТРОВА Т.М., ПОЛЕТАЕВ А.В., ЧИСТЯКОВ Э.Ю. Оценка долговечности подрельсовых конструкций.....	261
ПЕТРОВА Т.М., СОРВАЧЕВА Ю.А., ПОЛЕТАЕВ А.В. Влияние минералогического состава портландцемента на щелоче-силикатное расширение бетона.....	263
СВИРЦЕВСКИЙ С.Ф., ЛЕЙНОВА С.Л., СОКОЛИК Г.А. Токсичность продуктов термического разложения звукоизоляционных	

Сигналы с датчиков, при необходимости, усиливаются и получают электрическую изоляцию от силовых цепей с помощью устройств согласования сигналов. После чего поступают на аналоговые или цифровые входы устройства сбора данных, которое посредством USB соединено с персональным компьютером.

Помимо передачи информации о состоянии объекта управления, устройство сбора данных осуществляет передачу управляющих сигналов на исполнительные устройства. При необходимости, сигналы управления усиливаются.

Самым важным элементом автоматизированной системы является персональный компьютер. В его функции входит: обработка сигналов с датчиков, визуализация состояния объекта управления и выработка управляющих сигналов исполнительных устройств.

Таким образом, измерительная и управляющая часть системы автоматизации реализуется на аппаратной основе, а ее функциональная часть и пользовательский интерфейс – программными способами. Преимущества такой реализации, которая получила название «технология виртуальных приборов», состоит в возможности программным путём создавать различные приборы и системы, легко перестраивать их к изменяющимся требованиям, а также значительно уменьшить материальные затраты и время на разработку.

Лидером в производстве программно-аппаратных средств, для реализации технологии виртуальных приборов, является корпорация National Instruments, США. В качестве устройств сбора данных производится целая линейка, начиная от бюджетных PCI и USB устройств ввода-вывода, заканчивая модульными реконфигурируемыми системами реального времени на базе ПЛИС.

Виртуальные приборы разрабатываются в среде графического программирования NI LabVIEW. Концепция LabVIEW существенно отличается от системы традиционных языков программирования. Разработчику предоставляется графическая оболочка, включающая в себя весь набор инструментов, необходимых для сбора данных, их анализа и представления полученных результатов. Создаваемая в процессе программирования диаграмма напоминает привычную для инженера блок-схему. Поэтому разработчик, даже при отсутствии навыков программирования, затратит на решение своих задач в LabVIEW значительно меньше времени и усилий, чем с написанием программ по традиционной технологии.

В Белорусско-Российском университете ведутся разработки современных автоматизированных систем управления на базе персонального компьютера.

Разработана и внедрена в учебный процесс установка, обеспечивающая программное управление параметрами режима контактной точечной сварки, по величине энергии, выделяющейся в зоне соединения деталей (рис. 2).

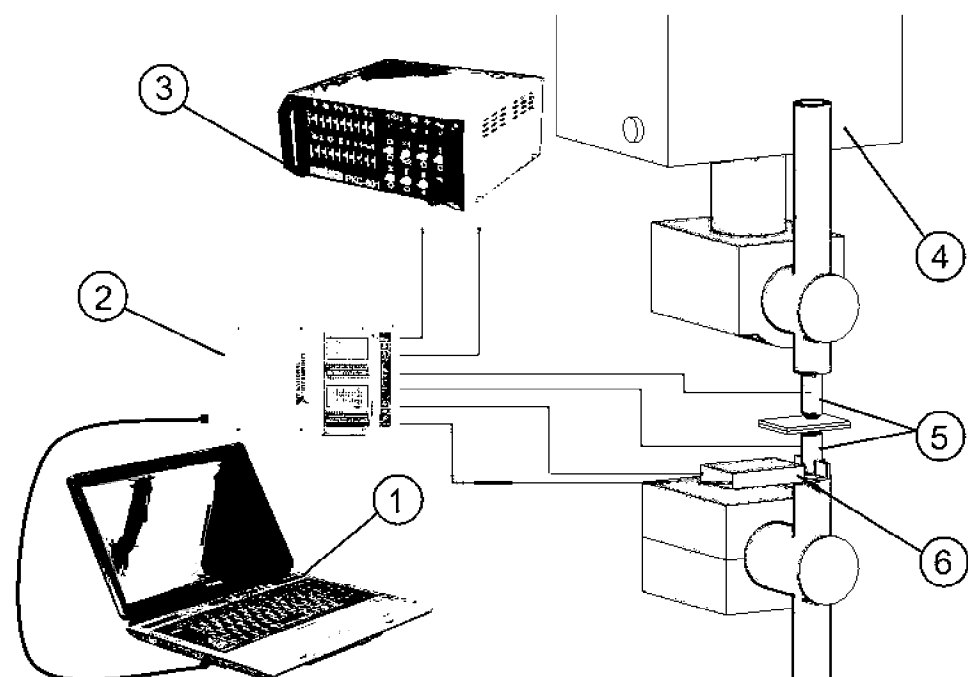


Рис. 2. Схема установки для программного управления контактной точечной сваркой

Основным элементом установки является ЭВМ (1) со средой графического программирования LabVIEW, связанная с устройством сбора данных NI USB-6251 (2). Устройство (2) имеет 8 каналов аналоговых входов, 2 канала аналоговых выходов, частоту оцифровки 1,2 МГц, максимальное входное напряжение ± 10 В. NI USB-6251 присоединяется к компьютеру посредством интерфейса full-speed USB. Сигналы с датчика тока (6) ДТПХ-32000, работающего на эффекте Холла и расположенного на электроде контактной машины (4) МТ-3201, а также датчика напряжения между электродами (5) поступают на систему сбора данных, которая преобразовывает полученный сигнал в цифровой код и далее передает на ЭВМ, где происходит обработка сигналов. Система сбора данных (2) воздействует на регулятор цикла сварки РКС-801 (3), управляя величиной и длительностью протекания сварочного тока.

В режиме реального времени осуществляется определение выделяемой в зоне сварки энергии и сравнение ее с пороговым значением, обеспечивающим требуемый диаметр литого ядра точки. При достижении заданного размера литого ядра сварочный ток прекращается.

Разработан и внедрен в учебный процесс программно-аппаратный комплекс для управления машиной конденсаторной сварки. Аппаратная часть реализована на устройстве сбора данных NI USB-6251 с устройством согласования сигналов и транзисторными усилителями.

Лицевая панель виртуального прибора системы управления, реализованная в среде LabVIEW, содержит регуляторы задания напряжения зарядки конденсаторных батарей U_{c1} и U_{c2} , времени паузы между циклами сварки $t_{\text{паузы}}$, времени предварительного сжатия $t_{\text{пред сжатия}}$ и проковки $t_{\text{проковки}}$ (рис. 3).

зазоров тормозных колодок.....	202
МЕТТО А.А. Результаты испытаний дисковых тормозных механизмов микроавтобуса на стенде Sherpa Safeline.....	203
МРОЧЕК В.И., МРОЧЕК Т.В. Разработка стенда для испытаний рулевых управлений тракторов.....	205
ОВЧИННИКОВ В.М., ШВЕЦ Н.Г., ШКРАБОВ Е.В. Пути снижения расхода дизельного топлива в маневровой работе на станциях.....	206
ПЕТРЕНКО М.Л., ЮШКЕВИЧ А.В., МЕЛЬНИКОВ А.С. Экспериментальные исследования системы активной безопасности двухколесного мотоцикла.....	208
РЕЗНИКОВ А.В., РОГОЖИН В.Д. Выявление неисправностей дизельных двигателей при переменном нагружении.....	209
САВИЦКИЙ В.С. Пропорциональный клапан управления фрикционными гидромеханической передачи.....	211
САЗОНОВ И.С., КИМ В.А., БИЛЫК С.Ю. Основы адаптивного алгоритма виброзащитной системы (АВС) колесных машин на силовом анализе.....	213
САМОДУМ Ю.Г., ДЕДИНКИН А.П. Нормирование расхода эксплуатационных материалов для техники на железнодорожном ходу... ..	215
СИМАКОВИЧ Т.А., РОГОЖИН В.Д., МЫСЛИВЕЦ С.С. Перспективы развития логистических центров Могилевской области... ..	217
СИМАНОВИЧ В.А., ИСАЧЕНКОВ В.С., АРИКО С.Е., БОБРОВИЧ В.А. Оценка динамического взаимодействия пачки деревьев с трелевочным оборудованием.....	219
СИМАНОВИЧ В.А., ИСАЧЕНКОВ В.С., СМЕЯН А.И., БОБРОВСКИЙ С.Э. Оценка топливной экономичности при работе колесных лесных машин.....	221
УВАРОВ Г.А. Концептуализация интеллектуальной системы диагностирования автомобилей.....	223
ХОМИЧ И.В. Рекуперация в автомобиле.....	225

Секция 7. Прогрессивные технологии, конструкции и материалы в строительстве

ГОЛУШКОВА О.В., МИХАЛЬКОВ В.С., ТАТАРЕНКО Ю.А. Оценка возможности применения пенобетона при ремонте и строительстве зданий и сооружений.....	227
ДАНИЛОВ С.В. Категории технического состояния железобетонных колонн.....	229
ДРОНЧЕНКО В.А. Использование отработавших нефтесодержащих продуктов при производстве железобетонных изделий.....	231
ЖУК В.В. Исследования напряженно-деформированного состояния деревянных составных балок.....	233

Секция 6. Проектирование, производство и эксплуатация автомобильного транспорта

АМЕЛЬЧЕНКО П.А., ДУБОВИК Д.А., КОРОБКИН В.А. Гидромеханическая бесступенчатая трансмиссия гусеничной машины...	174
АМЕЛЬЧЕНКО П.А., ЖУКОВСКИЙ И.Н., КЛЮЧНИКОВ А.В., ВАЦУЛА А.В. Закономерности разгона машинно-тракторного агрегата (МТА) на электрической тяге.....	176
АРИКО С.Е., МОХОВ С.П., ЖДАНОВИЧ В.А., МИРОНЮК Н.А. Испытания погрузочно-транспортной машины повышенной грузоподъемности.....	178
БУРАКОВ А.С., РОГОЖИН В.Д., МЫСЛИВЕЦ С.С. Оценка транзитного потенциала автомобильных дорог Кричевского района Могилевской области.....	180
ВЕПРИНЦЕВ Н.В., ТРОФИМЕНКО И.Л., ДОНЕЦ Т.Н. Использование летнего дизельного топлива с добавкой ДОТ-4 в условиях низких температур.....	182
ГОЛЯКЕВИЧ С.А., ГОРОНОВСКИЙ А.Р., ПИЦОВ С.Н., СМЕЯН А.И. Направления исследований потребительских качеств и эксплуатационных свойств многооперационных лесозаготовительных машин.....	184
ГОРОДЕЦКИЙ Д.И., РОГОЖИН В.Д. Совершенствование методики диагностирования дизельного двигателя.....	186
ЖАРАВОВИЧ Е.В., ФОЙНИЦКАЯ И.Н., БИЛЫК С.Ю. Особенности влияния технофильных элементов и продуктов техногенеза.....	188
ИВАНОВ В.П. Выбор технических решений при подготовке производства.....	190
КИ-ЙОНГ ЧОЙ, БИЛЫК О.В., АМЕЛЬЧЕНКО Н.П., БИЛЫК С.Ю. Приведение нелинейных колебаний к линейным колебаниям с вязким сопротивлением.....	192
КИ-ЙОНГ ЧОЙ, САЗОНОВ И.С., КИМ В.А., ТИМОФЕЕВА В.И. Перспективы совершенствования электронных автоматических систем превентивного управления приводами колес активных прицепов/полуприцепов автотракторных поездов.....	194
КОВАЛЕНКО Н.А., ГОНЧАРОВ Ю.В., ЛОБАХ В.П. Формирование методики оценки эффективности применения дорожных знаков.....	196
ЛОБАХ В.П., ГЕРАЩЕНКО В.В., ШОЦКИЙ А.К., ТРОФИМЕНКО И.Л. Управление расходом топлива автомобиля.....	198
ЛОБАХ В.П., КОВАЛЕНКО Н.А., ГЕРАЩЕНКО В.В. Стенд для исследования тормозных систем.....	200
МЕЛЬНИКОВ А.С., САЗОНОВ И.С., КИМ В.А., БИЛЫК О.В. Определение основных параметров автоматического регулятора	

В процессе сварки осуществляется индикация их реальных значений. На лицевой панели отображаются значения сварочного тока $I_{св}$ и длительности его протекания $\tau_{имп}$ – основных параметров, характеризующих качество соединения.

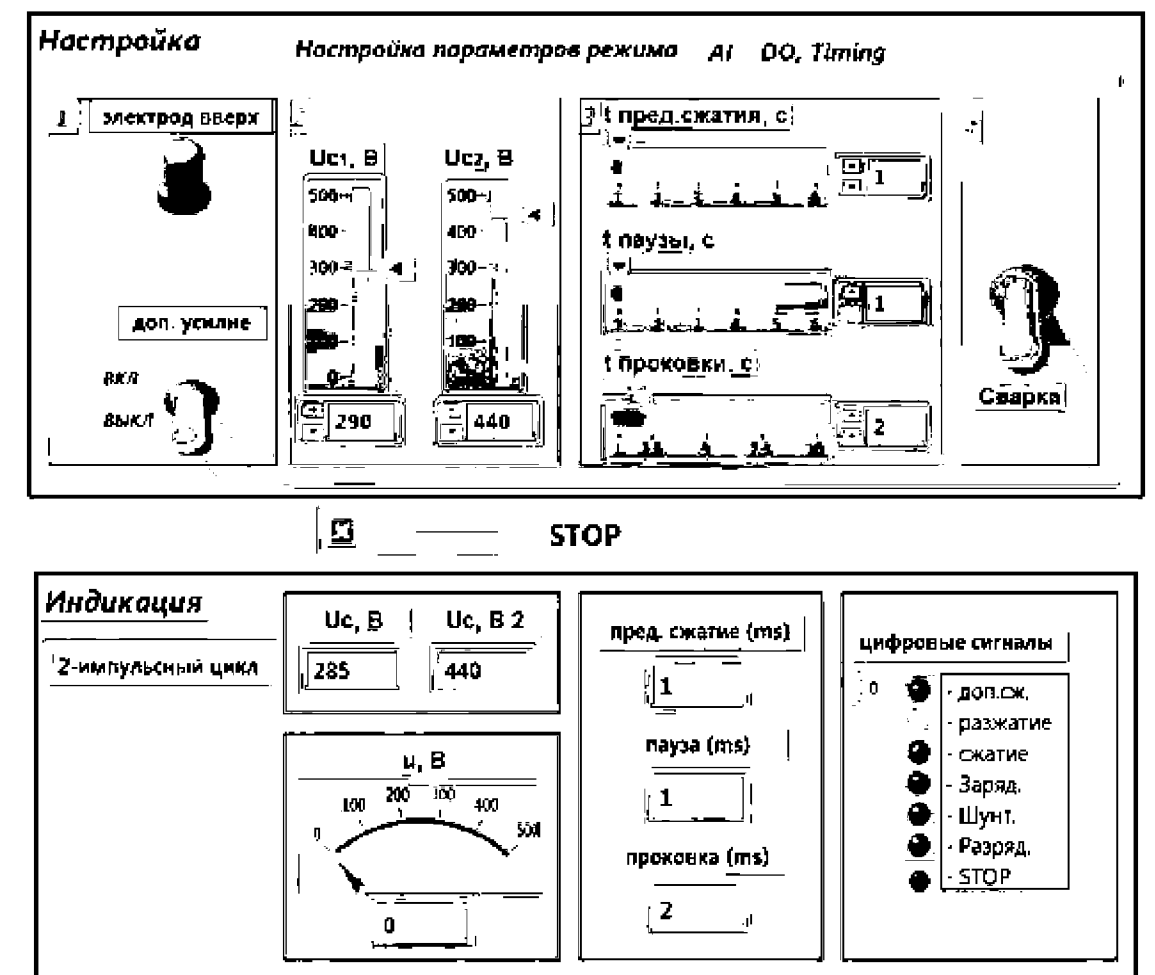


Рис. 3. Лицевая панель виртуального прибора системы управления машиной конденсаторной сварки

Разработана и внедрена в ГСУСУ «Областной центр олимпийского резерва по хоккею с шайбой» система автоматического управления освещением ледовой арены.

Аппаратная часть реализована на основе модуля ввода/вывода NI USB 6501, который содержит 24 цифровых канала. Порты устройства сопряжены с платой управления, осуществляющей коммутацию электромагнитных пускателей.

Цифровыми многофункциональными счетчиками СЕ301 «Энергомера», установленными на 5 основных группах освещения, осуществляется сбор информации о потреблении электроэнергии, а также о параметрах электросети. Данные со счетчиков передаются в компьютер для обработки, индикации и хранения через последовательный интерфейс RS485, подключение осуществляется при помощи преобразователя USB/RS485.

В качестве панели индикации используется два монитора, один из которых установлен на рабочем месте оператора, другой – закреплен на панели управления освещением в пультовой.

Программное обеспечение системы, разработанное в LabVIEW, позволяет осуществлять следующие операции:

- автоматическое управление освещением по заданному оператором расписанию (рис. 4). Схемы освещения, используемые в автоматическом режиме, разработаны и оптимизированы с учетом замеров освещенности;
- ручной режим, позволяющий включить или отключить отдельные группы, вне зависимости от расписания;
- программирование расписания с возможностью оперативного внесения изменений.

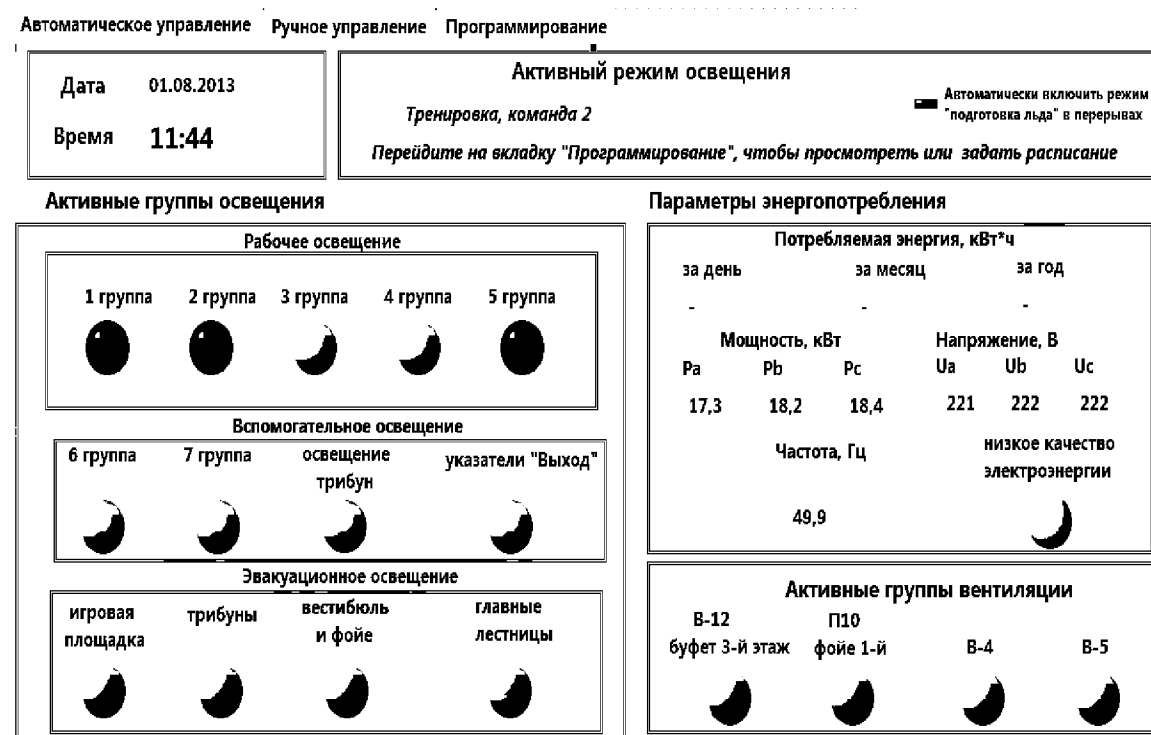


Рис. 4. Лицевая панель системы автоматического управления освещением ледовой арены

Внедрение системы автоматического управления освещением ледовой арены позволило снизить расход электроэнергии за счет оптимизации режимов освещения, облегчить труд оператора.

Разработан и внедрен в учебный процесс лабораторный практикум по изучению работы полупроводниковых дискретных элементов, аналоговых и цифровых микросхем на основе технологии виртуальных приборов.

Лабораторное оборудование включает: макетную плату для навесного монтажа исследуемых элементов (рис.5), бюджетное устройство сбора данных NI USB-6009, ЭВМ с виртуальными приборами. Программное обеспечение по сбору, обработке данных и выработке управляющих воздействий

расплавлением рельефа.....	151
СИНИЦА А.Н., СОЛОДКОВ М.Ж., СИНИЦА М.А. Особенности преподавания дисциплин компьютерного проектирования студентам, обучающимся по специальности «Оборудование и технология сварочного производства».....	152
СТАЛЕНКОВ С.А., ЛУПАЧЕВ А.Г. Повышение работоспособности стали А335 Р91 с применением специальной термической обработки.....	153
ФЕТИСОВА Е.А., ЛУПАЧЕВ А.Г. О механизме протекания диффузионных процессов в сварных соединениях из разнородных сталей.....	154
ФУРМАНОВ С.М., ПОЛЯКОВ А.Ю. О регулируемом введении электрической энергии в зону рельефной сварки нахлесточных соединений с целью улучшения качества лицевых поверхностей.....	156
ЦУМАРЕВ Е.Н., ЦУМАРЕВ Ю.А., ШЕЛЕГ В.К. Система неразъемных соединений гибридного типа.....	157
ЦУМАРЕВ Ю.А., ЛАТУН Т.С., ИГНАТОВА Е.В. Новые конструкции паяных стыковых соединений для стержней.....	158
ЯКУБОВИЧ Д.И., ЛИСОВАЯ И.А., ЛУЖАНСКАЯ И.М. Установка для дуговой наплавки наклонным электродом.....	159

Секция 5. Проектирование, производство и эксплуатация строительных, дорожных, подъемно-транспортных машин

БЕРЕСНЕВ В.В. Многофункциональная стрела экскаватора-планировщика.....	160
ГЛАГОЛЕВ С.Н., ГЕРАСИМОВ М.Д., САРАНЧУК И.А. Повышение уплотняющей способности дорожных катков.....	162
КУЗЕМКИН Д.М., ДОВГЯЛО В.А. Определение рациональности введения демпфирующих элементов в конструкцию ленточного конвейера.....	164
ЛАГЕРЕВ И.А. Исследование одновременного подъема груза двумя кранами-манипуляторами.....	166
ЛЕСКОВЕЦ И.В., БУЖИНСКИЙ А.Д., ЛЕОНЕНКО О.В. Влияние параметров профиля отвала бульдозера на величины сил сопротивления копанию.....	168
ПРОТАС П.А., ПИЦОВ С.Н., МИСУНО Ю.И. Применение форвардеров с комбинированным типом движителя на труднодоступных участках лесфонда.....	170
СУДАКОВА В.А. Особенности диагностирования трансмиссий в процессе эксплуатации строительных и дорожных машин.....	172

композиционных покрытий с тугоплавкими компонентами.....	123
СТЕЦЕНКО В.Ю., БАРАНОВ К.Н. Использование заготовок из антифрикционного силумина для вкладышей люнета токарных станков.	125
СТЕЦЕНКО В.Ю., ГУТЕВ А.П. Производство и применение заготовок из антифрикционного силумина.....	126
СТЕЦЕНКО В.Ю., НОВИКОВ В.В. Сплав алитирования для литья биметаллических заготовок «сталь-антифрикционный силумин».....	128
ТАРИКОВ Г.П., БЕЛЬСКИЙ А.Т., КОМРАКОВ В.В. Влияние дисперсности металлического порошка на свойства защитного покрытия.....	129
ТЕРЕЩУК О.И. Источник низкоэнергетичных ионных пучков для электронной промышленности.....	131
ФЕДОСЕНКО А.С., ЛОВШЕНКО Ф.Г., ЛОВШЕНКО Г.Ф. Влияние параметров процесса плазменного напыления на плотность газотермических покрытий.....	133
ХАБИБУЛЛИН А.И., БИЛЫК С.Ю. Оптимизация режима сверления глубоких отверстий в заготовках из дисперсно-упрочненной меди.....	135
ХАБИБУЛЛИН А.И., БИЛЫК С.Ю. Оценка обрабатываемости резанием дисперсно-упрочненной меди.....	137
ШЕПЕЛЕВИЧ В.Г., ГУСАКОВА О.В., ЛЮБОЧКО Н.А. Структура и микротвердость быстрозатвердевших фольг сплава Ньютона.....	139
ЩЕПОЧКИНА Ю.А. Пеностекольная шихта с добавлением натрия двууглекислого.....	141
 Секция 4. Ресурсосберегающие технологии в сварочном производстве	
БЕЛЯГОВ А.М., КУЛИКОВ В.П. Подтверждение соответствия газосварочного оборудования.....	143
ДЕСЯТНИК В.В., ТРИХАНОВ С.М., ТАРАСЕНКО И.В. О несущей способности неразъемных соединений, выполненных с использованием клеевых композиций.....	144
ЕМЕЛЬЯНОВ С.Н., ПОПКОВСКИЙ В.А. Особенности технологии контактной точечной сварки сталей с композитными защитными покрытиями.....	145
КОРОТЕЕВ А.О., КУЛИКОВ В.П., ДОЛЯЧКО В.П. Особенности перехода легирующих элементов через дуговой промежуток в условиях комбинированной двухструйной газовой защиты.....	147
КУЗНЕЦОВ М.А., ЗЕРНИН Е.А., ДАНИЛОВ В.И., ШЛЯХОВА Г.В. Структурообразование и коррозионная стойкость сварных соединений в присутствии наномодификаторов.....	149
ПОЛЯКОВ А.Ю., ФУРМАНОВ С.М. О прочностных характеристиках рельефных сварных соединений с неполным	

(виртуальные приборы) написано в среде графического программирования LabVIEW. Для моделирования работы электронных устройств применяется среда NI Multisim.



Рис. 5. Макетные платы лабораторных стендов

В конце 2014 г. на электротехническом факультете создана НИЛ «Электроника». Лаборатория оснащена современным контрольно-измерительным оборудованием и приборами, компьютерной техникой, комплектами робототехники, 3D сканером и 3D принтером. НИЛ «Электроника» осуществляет разработку систем автоматического управления с компьютерным управлением, энергосберегающих электроприводов, аппаратуры неразрушающего контроля материалов и изделий.

Новое направление лаборатории – создание навигационных комплексов для транспорта. Разработано IT устройство автоматического объявления остановочных пунктов, визуализации маршрута и передачи рекламы в общественном транспорте на базе ANDROID и технологий GPS, WI-FI. Назначение устройства: облегчение ориентирования туристов в общественном транспорте мегаполисов, автоматизация и визуализация процесса объявления остановочных пунктов, облегчение труда водителей общественного транспорта, создание рекламной площадки с привязкой к местности.

УДК 574.5+573.6

ТЕХНОЛОГИИ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ ТЕХНОГЕННО
ПОВРЕЖДЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

А. В. ЩУР, В. П. ВАЛЬКО, Д. В. ВИНОГРАДОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им П. А. КОСТЫЧЕВА»

Могилев, Минск, Беларусь

Рязань, Россия

В современных условиях повышаются риски, связанные с чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера. Все большее использование в производственной деятельности опасных реагентов и нефтепродуктов приводит к значительному повреждению почвы при вытекании их в момент аварий на открытые территории. На территории Республики Беларусь многие опасные производственные объекты и продуктопроводы находятся в непосредственной близости от земель сельскохозяйственного назначения, что повышает риски повреждения высокопродуктивных угодий и снижение их производительной способности, а, в некоторых случаях, и выведение их из сельскохозяйственного оборота в связи с химическим повреждением.

Мировая практика демонстрирует возможность восстановления подобных территорий за счет использования комплексного биотехнологического подхода, называемого фиторемедиацией. Фиторемедиация является одним из перспективных и возможных путей решения такой актуальной задачи, как восстановление почв, загрязненных тяжелыми металлами и отходами производства. Первые научные исследования по фиторемедиации были проведены в 50-х гг. в Израиле, однако активное развитие метод получил только в 80-х гг. XX века.

Фиторемедиация (фитобиоремедиация) представляет собой использование растений и ассоциированных с ними микроорганизмов для очистки окружающей среды. Фиторемедиация является высокоэффективной технологией очистки от ряда органических и неорганических загрязнителей. Фиторемедиация может быть успешно применена для очистки от ряда неорганических загрязнителей [1, 2]. Основное достоинство фиторемедиации – ее низкая стоимость, а недостаток – большая продолжительность. Этот путь при-

И.А. Технология получения наноразмерных компонентов в покрытии при индукционной центробежной наплавке.....	94
ГАВРИЛЕНЯ А.К., КУСТИНСКИЙ А.В. Силовое взаимодействие размольных тел с измельчаемым материалом в роliko-кольцевых мельницах.....	96
ГОРДИЕНКО А.И., ИВАШКО В.В., КОПЫЛОВ В.И. Структура и свойства титановых сплавов, претерпевших равноканально-угловое прессование.....	98
ГРУША В.П. Литье чугуновых заготовок сплошного сечения в кокиль.....	100
ДАЙНЕКО С.В., ИСМАИЛОВ Д.Р., ПУЗЫРЕВ М.В. Осаждение наноструктурированных алюминий-углеродных покрытий лазерно-плазменным методом.....	102
ДЕВОЙНО О.Г., ЛУЦКО Н.И., ЛАПКОВСКИЙ А.С. Микротвердость двухслойных композиционных покрытий, получаемых лазерной наплавкой.....	103
ЖИГАЛОВ А.Н. Влияние аэродинамического звукового воздействия на дислокационную структуру твердых сплавов.....	105
ЖИГАЛОВ А.Н., ШАТУРОВ Г.Ф. Дислокационная история создания и производства твердых сплавов.....	106
ЖОГЛИК И.Н. Получение покрытий золотистого цвета габаритных листов при использовании линейного электродугового испарителя.....	108
ИВАНОВ В.П., КАСТРЮК А.П., ВИГЕРИНА Т.В. Порошковые материалы для восстановления коленчатых валов из высокопрочного чугуна.....	110
ИЛЬЮШЕНКО В.М., КОРОТКИН Г.П., ДУВАЛОВ П.Ю. Стенд для испытаний на износостойкость хромистых чугунов.....	112
КОМАРОВ А.И., КОМАРОВА В.И., ОРДА Д.В. Синтез наноструктурированного композиционного порошкового материала на основе модифицированного алюминия VN.....	114
ЛАТУШКИНА С.Д., ГЛАДКИЙ В.Ю., ТЕРЕЩУК О.И. Многокомпонентные (Ti,Zr)N покрытия, осажденные из потоков сепарированной вакуумно-дуговой плазмы.....	116
ЛИПСКИЙ А.Э., ШЕЛЕГ В.К., ШЕМЕНКОВ В.М. Структурно-фазовое модифицирование быстрорежущих сталей тлеющим разрядом..	119
ЛОВШЕНКО Ф.Г., ЛОВШЕНКО Г.Ф., ЛОЗИКОВ И.А. Переработка отходов производства бронз электротехнического назначения с применением механически легированной лигатуры.....	120
МАКАРЕВИЧ С.Д., ГАЙСЕНКО А.Н. Модернизация пожарного спасательного пояса отечественного производства.....	122
СОСНОВСКИЙ И.А., БЕЛЯВИН К.Е., БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ М.А., КУРИЛЕНКО А.А. Центробежное индукционное нанесение	

ДАНИЛОВ А.К., ЕРШОВ П.Э., СОЛОВЬЕВ Е.А. Разработка специального ударно-вращательного долота лопастного типа.....	65
ДАНЬКОВ А.М., ЧУКОВ Е.О. О качестве регулирования передаточного отношения планетарной плавнорегулируемой передачи	67
ДОВГАЛЕВ А.М., КОТИКОВ П.Ф. Упрочнение деталей деформирующими шарами с сообщением ультразвуковых колебаний через воздушную (газовую) среду.....	69
ДОВГАЛЕВ А.М., ТАРАДЕЙКО И.А. Комбинированное магнитно-динамическое накатывание поверхности валов.....	71
ЛОКТИОНОВ А.В., КОРНЕЕНКО Д.В. Методика расчета механизма формообразования фальцпресса.....	72
ЛОКТИОНОВ А.В., КОРНЕЕНКО Д.В. Расчет пневмопривода с переменным технологическим усилием пресса.....	74
МАКАРЕВИЧ С.Д., МАКАРЕВИЧ Д.М. Разработка методики определения коэффициента полезного действия ручного подъемно-тягового механизма.....	76
МИХАЙЛОВ М.И., БОГДАНОВИЧ П.Н., МИХАЙЛОВ К.М. Моделирование прочности режущего барабана кормоуборочного комбайна.....	78
НАУМЕНКО А.Е. Использование метода конечных элементов при оценке потерь давления в гидрораспределителе.....	80
ПРУДНИКОВ А.П., МАКАРЕВИЧ Д.М. Исследование распределения тепла в процессе работы передачи с промежуточными телами качения.....	82
РОГАЧЕВСКИЙ Н.И., ИГНАТОВ В.А., РОГАЧЕВСКИЙ С.Н. Энергосберегающая лебедка.....	83
РУСАН С.І., ТАЛАЧЫНЕЦ І.М., ЗАЯЦ В.Р. Прямий вплив агульнага ўраўнення дынамікі для сілавога аналізу многазвенных рычажных механізмаў.....	85
САЗОНОВ И.С., ЛУСТЕНКОВ М.Е., ФИТЦОВА Е.С., ПРУДНИКОВ А.П. Обоснование конструкции составных элементов качения для сферических передач.....	87
ХАТЕТОВСКИЙ С.Н., ГРОМЫКО П.Н., КАЛЕНТИОНОВ Р.А. Способы изготовления зубчатых колес прецессионной передачи с приближенным зацеплением.....	88

Секция 3. Технологии получения новых материалов и покрытий

БЕВЗА В.Ф. Питание фронта затвердевания жидкой фазой при литье намораживанием.....	90
БЕВЗА В.Ф., ГРУША В.П., КРАСНЫЙ В.А. Влияние обработки холодом на свойства аустенитного чугуна.....	92
БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ М.А., КУРИЛЕНКО А.А., СОСНОВСКИЙ	

влекателен использованием природного процесса биологического круговорота, полным исключением грубых механических инженерно-мелиоративных мероприятий и какого-либо химического воздействия на почву. Многолетняя практика биоремедиации свидетельствует о том, что наиболее полное восстановление экосистем обеспечивают только биологические методы, основанные на стимулировании функциональной активности аборигенной микрофлоры.

Для обезвреживания ядовитых органических веществ, попадающих в окружающую среду с отходами химических предприятий, уже давно и довольно успешно используют различные микроорганизмы. Технологии их применения основаны на отборе природных форм, наиболее конкурентоспособных в данных климатических условиях и эффективно разлагающих те или иные экотоксиканты, размножении их до необходимых объемов и интродукции в загрязненные области. При отсутствии природных штаммов-разрушителей загрязняющих веществ, можно использовать специально созданные методами генной и клеточной инженерии микроорганизмы, способные эффективно разлагать смертельно опасные для других живых организмов вещества.

При использовании подобной методики есть некоторые проблемы:

- уникальность климатических условий, даже для небольших территорий существуют значительные различия по микроклимату и почвам, что приводит к осложнению внедрения в них полученных микроорганизмов;

- наличие в почвах сложившихся микробоценозов, которые могут активно противостоять внедряемым в них формам;

- сукцессия микробоценозов за счет попадания в их окружающую среду вредных и опасных веществ может приводить к мутациям микрофлоры и появлению опасных для человека, животных и растений штаммов микроорганизмов. Кроме того, процессы передачи генетического материала от одного микроорганизма к другому могут привести к появлению вредных для человека форм микроорганизмов, устойчивых к неблагоприятным факторам окружающей среды и воздействию человека. Иначе говоря, мы можем случайно создать супер устойчивый возбудитель заболеваний растений, животных, и, возможно человека – в почве депонировано немало опасных возбудителей болезней человека.

- возможные значительные отличия в эффективности жизнедеятельности организмов в лабораторных условиях и условиях техногенного загрязнения природных комплексов. Выживаемость микроорганизмов в полевых условиях после значительных периодов культивации в лабораторных условиях может снижаться.

Зеленые растения, способны извлекать из окружающей среды и концентрировать в своих тканях различные элементы. Растительную массу легко утилизировать. Использовать растения-гипераккумуляторы для очистки почвы и воды предложили еще в начале 80-х годов.

Растение воздействует на окружающую среду разными способами. Основные из них:

- ризофилтрация – корни всасывают воду и химические элементы, необходимые для жизнедеятельности растений;
- фитоэкстракция – накопление в организме растения опасных загрязнений (например, тяжелых металлов);
- фитоволатилизация – испарение воды и летучих химических элементов (As, Se) листьями растений;
- фитостабилизация – перевод химических соединений в менее подвижную и активную форму (снижает риск распространения загрязнений);
- фитодеградация – деградация растениями и симбиотическими микроорганизмами органической части загрязнений;
- фитостимуляция – стимуляция развития симбиотических микроорганизмов, принимающих участие в процессе очистки.

Использование растений в качестве фиторемедиантов имеет ряд ограничений:

- многие растения, способные быть фиторемедиантами, весьма требовательны к определенным факторам окружающей среды и их использование ограничено этими факторами;
- эффективность применения растений ограничивается уровнем загрязнения окружающей среды – чем выше уровень, тем менее вероятно выживание растений;
- различные растения избирательно очищают почвы от определенных загрязнителей.

Использование систем «растение – симбиотический микроорганизм» избавлено от множества негативных эффектов, описанных ранее. Такие системы позволяют повысить выживаемость микроорганизмов и растений.

В настоящее время фиторемедиация на основе систем «растения – микроорганизмы» активно используется для рекультивации загрязненных территорий. При их использовании рекомендуется несколько этапов воздействия.

1. Внесение в загрязненную почву микроорганизмов-деструкторов определенного вещества для снижения концентрации экотоксикантов в субстрате.

2. Через некоторый промежуток времени проведение контроля уровня загрязнения почвы, при снижении до безопасного для микроорганизмов уровня, который обычно выше безопасного для растений – внесение в почву микроорганизмов-симбионтов растения – фиторемедианта.

3. Посев инокулированных микроорганизмами-симбионтами семян растений – фиторемедиантов и их выращивание на загрязненных территориях. В процессе выращивания растений обычно достигается безопасный для живых организмов, включая человека уровень загрязнения почвы.

Кафедра «Безопасность жизнедеятельности» университета совместно с Государственным научным учреждением «Институт микробиологии НАН»

деталей технических систем в тлеющем разряде.....	37
ЛУКАШЕНКО В.А. Расчет погрешностей расположения осей отверстий при их обработке на сверлильных станках.....	38
МИХАЙЛОВ М.И., КУЧИН А.С. Моделирование процесса формообразования зубчатого профиля, полученного методом обката....	39
НИСС В.С., КОРОЛЁВ А.Ю., ПАРШУТО А.Э. Применение электролитно-плазменной обработки при пониженном давлении среды для полирования изделий малого сечения и жесткости.....	41
ПАНКРАТОВ И.А., ГАВРИЛОВЕЦ К.В. К вопросу определения упругих характеристик карбидных слоев штамповой стали X12 посредством атомно-силовой микроскопии.....	43
ПАШКЕВИЧ В.М. Корреляционная связь пятна контакта конических передач с гармоническими составляющими кинематической погрешности.....	45
РЯЗАНЦЕВ А.Н., ЛАХОДЫНОВА И.А. Автоматизация топологического синтеза узлов станочных приспособлений.....	47
САХАНЬКО С.А., РУЛЬКО Н.Н., НЕРОДА М.В. Влияние среды защитных газов на азотируемый слой сталей.....	49
СВИРЕПА Д.М., ДОВГАЛЕВ А.М., СЕМЕНОВА А.С., ЮХНОВЕЦ О.Н. Высокопроизводительное магнитно-динамическое упрочнение внутренней поверхности цилиндров.....	51
ТАРАНОВ В.А., СОЛОВЬЕВ Е.А., БУХТОЯРОВ В.В. Получение синтетического топлива путем высокоскоростного пиролиза бурого угля.....	52
ФЕДОРЕНКО А.М. Особенности обработки внутренних углов на фрезерных станках с ЧПУ.....	54
ШЕМЕНКОВ В.М., ОБИДИНА О.В., ТРУХАЧЕВ Ф.М., ШЕМЕНКОВА А.Л., БЕЛАЯ М.А. Технологические аспекты модифицирования материалов плазмой тлеющего разряда.....	55

Секция 2. Машиноведение, детали машин и прикладная механика

БЛАГОДАРНАЯ О.В., ПОНОМАРЕВА О.А. Финишная чистовая обработка зубчатых колес методом магнитно-абразивного полирования.	56
БОРИСЕНКО Л.А., КОМАР В.Л., ДЕНИСОВ Д.А. Мотор-вариатор-редуктор с новой конструкцией клинового ремня.....	58
ГАЛЮЖИН А.С., ГАЛЮЖИН С.Д. Стенд для исследования устройств осушки сжатого воздуха.....	60
ГОНОРОВА С.В., КРИВОНОГОВА Е.Г. Об испытании винтовых пружин.....	62
ГРОМЫКО П.Н., ДОКОНОВ Л.Г., ЮРКОВА В.Л., БАРАВНЕВ М.П. Конструкция магнитного привода прецессионного типа с зубчатым зацеплением.....	63

СОДЕРЖАНИЕ

Пленарное заседание

ЖИГАЛОВ А.Н. Нанотехнологическое направление предприятия ЗАО «Промлизинг».....	3
БОЛОТОВ С.В., ТРУХАЧЕВ Ф.М. Современные системы автоматизации с компьютерным управлением.....	6
ЩУР А.В., ВАЛЬКО В.П., ВИНОГРАДОВ Д.В. Технологии фиторемедиации техногенно поврежденных территорий.....	12

Секция 1. Технология машиностроения, автоматизация технологических процессов и производств

АЛЕКСЕЕВ Ю.Г., ПАРШУТО А.Э., СОРОКА Е.В. Импульсное биполярное электрохимическое полирование коррозионноустойчивых сталей.....	17
АЛЕКСЕЕВ Ю.Г., КОРОЛЕВ А.Ю., НИСС В.С. Электролитно-плазменное полирование и очистка внутренних поверхностей длинномерных трубчатых изделий.....	19
БАРАНОВ К.Н., ЛАПТИНСКИЙ В.Н., РОМАНЕНКО А.А. Расчет температурного поля в отливке, полученной методом направленного затвердевания.....	21
ВЫДУМЧИК С.В., ГАВРИЛЕНКО О.О., ПАВЛЮКЕВИЧ Т.Г. Научное оборудование для производства изделий из полиуретановых композитов.....	23
ДАНИЛОВ В.А., ДАНИЛОВ А.А. Синтез и реализация рациональных схем формообразования профильных поверхностей.....	25
ДОВГАЛЕВ А.М., СВИРЕПА Д.М. Технология комбинированного магнитно-динамического накатывания поверхностей деталей машин...	27
ДОВГАЛЕВ А.М., СУХОЦКИЙ С.А. Повышение микротвердости плоской поверхности детали магнитно-динамическим накатыванием....	28
ИЛЮШИН И.Э., КОЖЕВНИКОВ М.М., СТАРОВОЙТОВ А.В. Разработка комбинированного алгоритма планирования траекторий роботов-манипуляторов.....	29
КАМЧИЦКАЯ И.Д. Акустические характеристики инструмента для пневмовибродинамической обработки плоскостей.....	31
КАПИТОНОВ А.В., ЧЕРНЯКОВ С.Г., ИГНАТОВ С.А. Компьютерное моделирование конструкций и кинематики планетарных радиально-плунжерных редукторов.....	32
КАШПАР А.И., ЛАПТИНСКИЙ В.Н. Модификация метода расчета температурного поля в круговой цилиндрической стенке.....	33
КУРГУЗИКОВ А.М. Возможные пути решения проблемы шлифования износостойких плазменных покрытий при восстановлении деталей машин.....	35
ЛИТОШ С.А., ЛОГВИН В.А. Повышение износостойкости	

разрабатывает технологию биологической фиторемедиации загрязненных нефтепродуктами почв с помощью специально выведенных микроорганизмов. В результате проведенных исследований определены наиболее оптимальные технологические приемы для использования систем «растение – микроорганизмы» в целях восстановления территорий, загрязненных нефтепродуктами. Качество почвы, восстановленное с применением фиторемедиации соответствует международным стандартам [3]. Растение, используемое в экспериментах – Люцерна посевная (рис. 1).



Рис. 1. Растения Люцерны посевной

Были заложены эксперименты по фиторемедиации загрязненных отработанным машинным маслом почв с помощью системы «растение (Люцерна посевная) – микроорганизмы». Микробиологические препараты, содержащие живые микроорганизмы *Sinorhizobium meliloti* S3 и *Sinorhizobium meliloti* S3 + *Serratia plymuthica* 57 были предоставлены Институтом микробиологии НАН в рамках договора о творческом сотрудничестве с кафедрой. Следует отметить наличие различных откликов растений на внесение различных концентраций поллютанта (рис. 2). При использовании 3 л масла на 1 м² в первый год эксперимента растения не взошли.

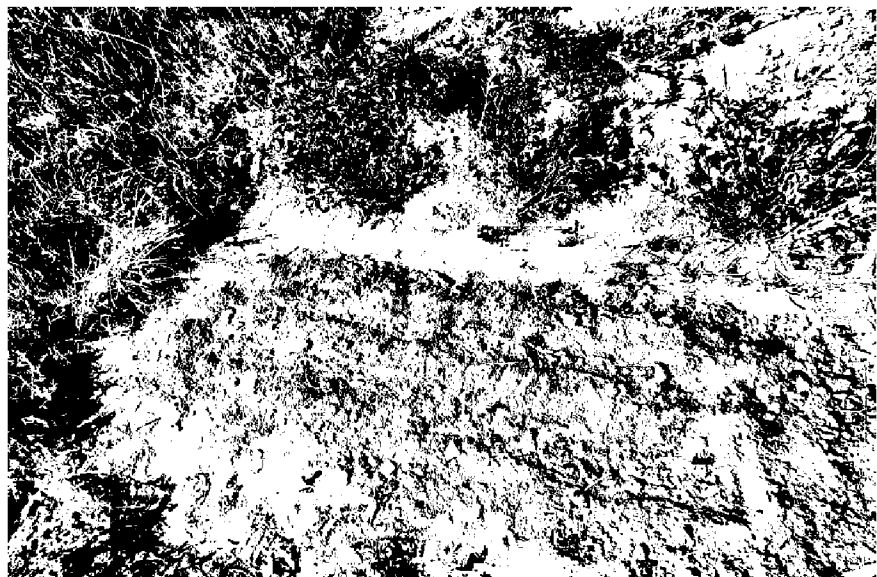


Рис. 2. Растения Люцерны посевной при различных уровнях токсических нагрузок

В эксперименте с внесением в почву отработанного машинного масла, применение указанных препаратов позволило получить рост урожайности культуры по сравнению с контролем без препарата, но в то же время наблюдалось снижение по отношению к контролям с обработкой соответствующим препаратом. Аналогичная картина наблюдалась по урожайности кормовых единиц и переваримого протеина.

Кроме того, было выявлено, что применение препаратов *Sinorhizobium meliloti S3* и *Sinorhizobium meliloti S3 + Serratia plymuthica 57* для обработки семян люцерны привело к росту высоты растений, числа продуктивных стеблей и числа бобов в одной кисти. Показатель «число кистей на одном стебле» остался на прежнем уровне.

Следует отметить, что технологии фиторемедиации являются современным и наиболее эффективным способом восстановления техногенно поврежденных земель и снижения уровня их загрязнения антропогенными поллютантами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Нашивочникова, А. В.** Фиторемедиация почв, загрязнённых тяжелыми металлами [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL: http://conf.sfu.kras.ru/sites/mn2011/thesis/s14/s14_71.pdf (дата обращения 12.01.2015).
2. **Tangahu, B. V.** A Review on Heavy Metals (As, Pb, and Hg) Uptake by Plants through Phytoremediation / B. V. Tangahu, S. R. Sheikh, H. Basri. – Bangin : Universiti Kebangsaan Malaysia, 2011. – 31 с.
3. **Фомин, Г. С.** Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам / А. Г. Фомин, Г. С. Фомин. – М. : Протектор, 2001. – 304 с.

емых в валлообразующих сферах реального сектора экономики, при условии активного поиска и использования субъектами предпринимательской деятельности иных источников финансирования в целях технического и технологического обновления. Таким образом, сбалансированный подход может быть наиболее приемлемым вариантом финансового обеспечения модернизации для условий Республики Беларусь.

Проблему выбора стратегии модернизации следует также рассматривать в контексте процессов региональной интеграции. Внутренний рынок стран, имеющих невысокий или средний доход на душу населения, достаточно пассивен и лишен механизмов собственного развития, что ослабевает конкуренцию во всех сферах экономики. При возрастании конкуренции с иностранными фирмами у национальных производителей возникают стимулы к технологическим инновациям. С другой стороны, готовность к конкурентной борьбе определяется наличием технологических преимуществ. Если страна находится далеко от передовых технологических границ, то открытый рынок может привести к утрате национальных производств во многих сферах экономической деятельности. Данный путь в настоящее время проходят страны Восточной Европы, вступившие в Европейский Союз.

Следует определить, что готовность страны к углублению интеграционных процессов возрастает в связи с ростом уровня ее технологического развития и возможностью укрепления доминирующего (центрального) положения в интеграционном образовании. В связи с этим эффективное международное экономическое сотрудничество Республики Беларусь в рамках Таможенного союза возможно лишь на основе последовательного выравнивания уровня технологического развития со страной – региональным гегемоном, дальнейшего укрепления собственного научного потенциала.

Для региональных лидеров (в частности, России и Китая) с учетом значительных объемов внутреннего потребления и при положительном сальдо торгового баланса задача модернизации состоит в переходе от экспортно-сырьевого к инновационному развитию, что определяет значительную перспективу их переориентации на внутренний рынок.

В то же время для Республики Беларусь, имеющей небольшой в региональном масштабе размер внутреннего рынка, а также устойчивый диспаритет торгового баланса, экспортная ориентация производства, готовность к жесткой международной конкуренции по-прежнему является приоритетной задачей.

Л. М. ЧУГУЛЬКОВА, Л. А. ГОРОХОВСКАЯ

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

Модернизация экономики Республики Беларусь проходит в рамках общемировых процессов глобализации и интернационализации хозяйственной деятельности, обострения конкурентной борьбы между странами. Проведение модернизации экономики требует соответствующего финансового обеспечения. Решение задачи модернизации экономики предполагает формирование достаточных финансовых ресурсов, состав и структура которых определяют доминирование определенного типа финансового обеспечения модернизации. Различают следующие подходы финансирования модернизации национальной экономики:

– монетаристский подход, предполагающий жесткие меры жесткой бюджетной экономии, позволяющей обеспечить долгосрочную макроэкономическую стабильность, устойчивость курса национальной валюты. Обновление основного капитала, приобретение патентов, лицензий может осуществляться за счет собственных средств предприятий, привлечения прямых и портфельных инвестиций, в т. ч. с использованием инструментов финансового рынка. Использование квазибюджетных инструментов для финансирования реального сектора экономики не допускается. Использование элементов данного подхода для Республики Беларусь обязательно, поскольку при недостаточно развитом фондовом рынке избыточная бюджетно-эмиссионная поддержка экономики может способствовать быстрому развитию инфляционных и девальвационных процессов;

– инвестиционный подход, допускающий возможность массовой бюджетной и эмиссионной кредитной поддержки отраслей реального сектора экономики и ориентированный на обеспечение эффективности проектов, в рамках которых создается новая стоимость. Недостаточность средств бюджета компенсируется использованием инструментов квазибюджетного финансирования («целевые» кредиты рефинансирования центрального банка для кредитования конкретных проектов). Доминирование данного подхода в Республике Беларусь в период с 2008 по 2011 гг. при остром недостатке эффективных проектов, длительных сроках их окупаемости, а также в связи с влиянием внешних шоков определило нарастание кризисных факторов, послужило катализатором девальвационной волны марта – октября 2011 г.;

– сбалансированный подход, предусматривающий точечную бюджетную и эмиссионную кредитную поддержку эффективных проектов, реализу-

Ю. Г. АЛЕКСЕЕВ, А. Э. ПАРШУТО, Е. В. СОРОКА

«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Одним из недостатков электрохимического полирования является высокая энергоёмкость, необходимость нагрева электролитов до температур выше 70 °С, зависимость электрических режимов обработки и составов электролита от типа обрабатываемого материала.

Разработан метод импульсной биполярной электрохимической обработки, позволяющий за счет применения миллисекундных импульсов положительной и отрицательной полярности добиться эффективного полирования, очистки поверхности в электролитах с низкой концентрацией и с относительно малыми энергетическими затратами по сравнению с существующими методами обработки.

В работе выполнялись исследования влияния импульсной биполярной электрохимической обработки на микроструктуру, шероховатость и коэффициент отражения поверхности коррозионностойких сталей, а также влияние вида электрохимического полирования (при постоянном токе, с положительными импульсами, с биполярными импульсами) на съем металла, эффективность сглаживания микронеровностей.

Схематическое представление импульсов положительной и отрицательной полярности прямоугольного импульсного тока представлено на рис. 1. Для оценки влияния вида технологического тока на качество обработки образцов из стали 12Х18Н10Т применялись следующие электрические параметры – постоянный ток, импульсный ток положительной полярности и биполярный ток. Плотность тока составляла 0,8 А/см² для всех режимов обработки. Продолжительность обработки образцов составляла 240 с. Для исследований использовался электролит на основе серной кислоты, фосфорной кислоты и глицерина. Температура электролита – 50 °С.

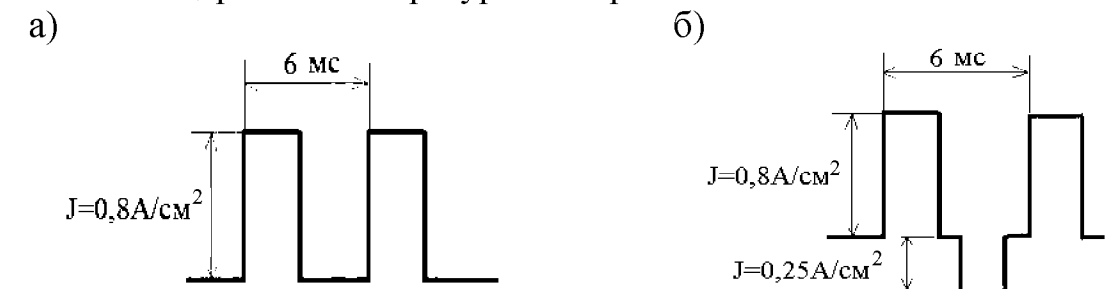


Рис. 1. Диаграммы амплитуды и длительности импульсов тока: а – импульсный ток положительной полярности; б – импульсный биполярный ток

В табл. 1 представлены экспериментальные данные об энергетических характеристиках процесса электрохимического полирования коррозионно-стойких сталей и свойствах поверхности для различного вида тока.

Табл. 1. Влияние вида тока на энергетические характеристики и свойства поверхности

Параметр	Постоянный ток	Положительный импульс	Биполярный импульс
Удельная энергия, Дж/см ²	1,86	0,93	0,82
Снижение массы образца Δm , %	1,34	0,66	0,57
Снижение шероховатости Ra, мкм	0,035	0,046	0,061
Увеличение коэффициента отражения, %	863,43	454,75	307,02
Удельные затраты энергии на снижение шероховатости Q_{Ra} (Дж/см ²)/мкм	43,94	11,87	9,28
Удельные затраты энергии на снижение коэффициента отражения Q_{ρ} (мДж/см ²)/%	2,15	2,05	2,67

Из полученных данных видно, что применение импульсных режимов обработки позволяет, по сравнению с постоянным током, снизить в 2–2,2 раза общий съём металла, необходимый для уменьшения параметра шероховатости на одну и ту же величину. При этом уменьшение удельных затрат энергии на снижение шероховатости поверхности достигает 4,7 раза. Удельные затраты энергии на повышение коэффициента отражения при использовании импульсных режимов отличаются незначительно от аналогичных затрат при использовании постоянного тока. Установлено, что наиболее существенное повышение коэффициента отражения и снижение шероховатости поверхности происходит при электрохимической обработке продолжительностью до 5 мин. Дальнейшая обработка не приводит к значимому улучшению характеристик поверхности.

На рис. 2 представлены фотографии после электрохимического полирования при различных видах технологического тока. Наиболее благоприятная морфология поверхности с минимальным количеством питтингов обеспечивается при использовании биполярных импульсов.

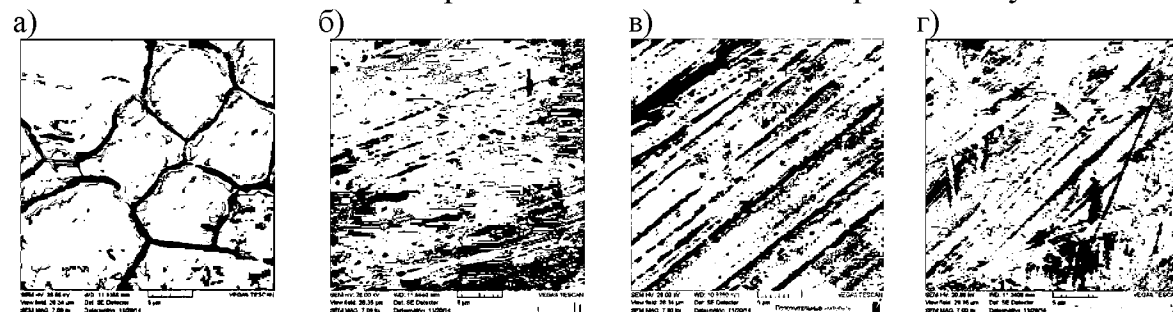


Рис. 2. Электронно-микроскопические фотографии поверхности при различных режимах обработки (x2000): а – без обработки; б – постоянный ток; в – положительные импульсы; г – биполярные импульсы

Внутренние факторы конкурентоспособности предприятия по стадиям воспроизводственного цикла можно разделить на три группы:

- ресурсы (людские, физические, знаний, денежные средства, инфраструктура);
- использование ресурсов (производительность труда, фондоотдача, себестоимость и т. д.);
- достигаемые результаты (качество, цена, функциональность, рентабельность и т. д.).

Любая разработанная система факторов обеспечения конкурентоспособности предприятия на должном уровне требует для ее использования специально формировать *организационно-экономическим механизмом*.

Важнейшим системным фактором обеспечения такого организационно-экономического механизма конкурентоспособности предприятия в настоящее время является контроллинг. «Слово *контроллинг* от англ. to control – контролировать, управлять».

Конкурентоспособность предприятия – это не только выпуск привлекательных товаров и услуг, но и его способность быстро и результативно реагировать на изменения внешней и внутренней среды.

Используя анализ возможностей и угроз факторов внешней среды, сильных и слабых сторон внутренних факторов, в системе контроллинга предприятия планируют, реализуют и контролируют свою стратегию, обеспечивая достижение необходимого уровня конкурентоспособности в текущем и долгосрочном периоде.

Другим направлением развития механизма конкурентоспособности предприятия является интеграция цепочек добавленной стоимости бизнес-процессов от исходных ресурсов до конечного потребителя.

Интеграция цепи поставок как базовая конкурентная стратегия, чтобы предоставлять товары и услуги потребителям быстрее, дешевле и лучшего качества.

УДК 338.24

ФАКТОРЫ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ И МЕХАНИЗМ ИХ
РЕАЛИЗАЦИИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

А. П. ТРЕНИХИН, А. Г. БАРАНОВСКИЙ

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

Конкурентоспособность – интегральная характеристика предприятия как эволюционирующей системы оценивается совокупностью факторов, которые воздействуют на повышение экономической эффективности работы предприятий, снижая уровень цен на реализуемую продукцию за счет сокращения издержек и повышения ее качества.

Конкурентоспособность предприятия определяют следующие факторы:

- 1) конкурентоспособность товара;
- 2) эффективность использования ресурсов;
- 3) рентабельность выпуска и капитала;
- 4) ликвидность и финансовая устойчивость;
- 5) деловая активность.

Конкурентоспособность предприятия как сложная категория учитывает характеристики его *строения, функционирования и развития*.

В реальной жизни нам требуется не только зафиксировать обобщающий уровень конкурентоспособности, но и проанализировать ее факторы, осуществить регулирование и прогнозирование с учетом состояний «внешней среды», «внутренней среды» и их взаимодействий.

С позиций менеджмента в основу системы факторов конкурентоспособности предприятия целесообразно их подразделить на внешние и внутренние факторы. Проявление внешних факторов в малой степени зависит от предприятия, а внутренние почти полностью определяются руководством организации.

Внешние факторы с позиций возможного влияния внешней среды на конкурентоспособность предприятия раскрываются как факторы прямого и косвенного воздействия.

К внешним факторам прямого воздействия можно отнести ресурсные и связанные с ними рыночные силы, управляющие конкуренцией в отрасли (рыночная власть поставщика; рыночная власть потребителя; угроза вторжения новых конкурентов; угроза появления продуктов-заменителей; текущие конкуренты в отрасли), а также цепи поставок.

К внешним факторам косвенного воздействия можно отнести природно-климатические, политические и факторы государственного регулирования.

УДК 621.9.047.7

ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЕ ПОЛИРОВАНИЕ И ОЧИСТКА
ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЛИННОМЕРНЫХ
ТРУБЧАТЫХ ИЗДЕЛИЙ

Ю. Г. АЛЕКСЕЕВ, А. Ю. КОРОЛЕВ, В. С. НИСС

«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Известные методы обработки внутренних поверхностей труб включают в себя пескоструйную очистку, химическую очистку кислотными реагентами (щавелевая, муравьиная, сульфаминовая, ортофосфорная кислоты) и электрохимическое полирование.

Недостатками химического метода являются неравномерность очистки, большой съем металла, ограниченное количество реагентов, сложный подбор химического состава и концентрации реагентов, сложная и экологически вредная утилизация отработанных реактивов, высокая стоимость химических реагентов. Недостатками пескоструйной очистки являются низкая производительность при высоких затратах, а также вред, наносимый персоналу, из-за высокой дисперсности абразивной пыли. Недостатком электрохимического полирования является низкая производительность обработки, поскольку подача больших токов из-за рассеивающей способности электролита вдали от зоны основного действия электрода затруднена, ограниченная длина обрабатываемой полости из-за нагрева гибких токоподводов при рабочих плотностях тока, применение агрессивных дорогостоящих электролитов и высокие затраты на их утилизацию.

Авторами разработан новый метод полирования и очистки внутренних поверхностей длинномерных трубчатых изделий на основе электролитно-плазменной обработки, обеспечивающий по сравнению с существующими методами качественную обработку с высокой интенсивностью и с применением нетоксичных, экологически безопасных и дешевых электролитов. В данной работе приводятся результаты исследования технологических особенностей процесса электролитно-плазменной обработки внутренних поверхностей длинномерных трубчатых изделий.

Реализация метода становится возможной при использовании, перемещаемого внутри обрабатываемой трубы, электрода-инструмента, являющегося катодом. В корпусе электрода-инструмента имеется щелевое сопло, через которое электролит подается на внутреннюю поверхность трубы.

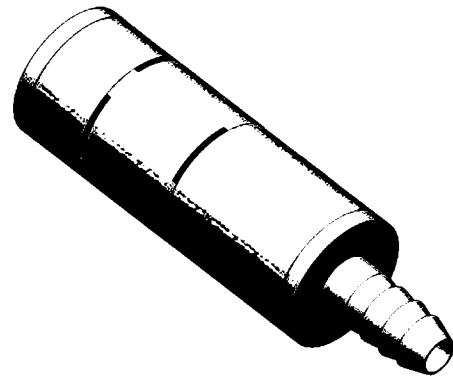


Рис. 1. Общий вид электродного устройства

В результате экспериментальных исследований отмечена высокая интенсивность очистки и сглаживания микронеровностей внутренней поверхности труб (выше в 3–5 раз) по сравнению с электролитно-плазменной обработкой наружной поверхности в её классическом виде. Исследования обработанной поверхности трубы из стали 12X18H10T показали, что окалина и сварочный шлак удаляются полностью, поверхность металла очищается и имеет блестящий вид. При исходной поверхности с параметром шероховатости Ra 0,28–0,48 мкм после обработки получен параметр шероховатости в пределах Ra 0,06–0,26 мкм.

По сравнению с известными методами, разработанный метод позволяет сократить количество технологических переходов, позволяет использовать экологически чистые, дешевые и недефицитные электролиты, повышает качество обработки за счет нивелирования поверхности в зоне сварных швов путем оптимизации энергетических условий, при которых парогазовая оболочка возникает только у поверхности изделия.

На рис. 2 представлен результат электролитно-плазменной обработки внутренней поверхности трубы диаметром 26,5 мм из стали 12X18H10T.



Рис. 2. Результат электролитно-плазменной обработки внутренней поверхности трубы диаметром 26,5 мм из стали 12X18H10T

ния людей, но при этом отвлекаются от субъективного фактора. Таким образом, знания, получаемые психологами и экономистами, становятся несопоставимыми.

Практике известно, что определенный ущерб наносят экономике вольно или невольно инертные руководители. Но что такое инертность мышления и как с ней бороться – на этот вопрос экономисты ответить не могут. Психологи знают, что такое инертность мышления, но они имеют недостаточное представление о хозяйственной практике и психологии руководителей. Психологическая наука все еще робко осваивает хозяйственную практику в качестве объекта исследования.

Совершенствование управления, ускорение НТП и экономического роста упираются в трудности преимущественно психологического характера – один руководитель знает, что делать, но не может или не хочет лишних хлопот; другой – знает, может и хочет, но боится рисковать, т. е. брать на себя всю полноту ответственности за новые решения, необходимость которых уже назрела, третий – вообще имеет затруднение, как провести модернизацию производства на выпуск инновационной продукции с оптимизацией затрат.

Известно, что человек охотно делится с близкими людьми своими соображениями по поводу многих своих проблем (не хватает времени, финансовых средств, здоровья и т. д.), но мало кто жалуется на недостаток гибкости ума, в т. ч. и на инертность мышления. Не потому, что скрывает умышленно, хотя и это не исключено. Причина иная: инертность своего мышления самим человеком не осознается как таковая без посторонней помощи, причем научно обоснованной, больно не задевая самолюбия. Психологический инструментарий здесь играет решающую роль.

Инертность мышления, если ее рассматривать не как психологическое, а как социальное явление, – то же самое, что и догматизм. Инертно мыслящий хозяйственник, если бы он сам лично понимал, на сколько пагубно для него самого и экономики это качество, мог бы обрести необходимую гибкость ума. Однако, научные основы борьбы с проявлениями инертности слабо исследованы.

Для экономической психологии главное – это момент связи экономики в целом, хозяйственного механизма, конкретных хозяйственных решений с мыслями, чувствами, волей, словом, с психологией человека. Образно говоря, в этом моменте связи может возникнуть конфликт, когда со стороны психологии человека обнаруживаются неприятие экономических реальностей, несогласие с ними, их непонимание. Но при определенных условиях в этом моменте связи можно вызвать своеобразный резонанс, и тогда творческие резервы человеческого фактора обретают максимальную экономическую эффективность. Разработка теоретических основ и практических рекомендаций для достижения такого резонанса – главная задача экономической психологии.

Но чтобы экономическая психология превратилась в фактор, способный внести реальный вклад в экономику, следовало бы начать ее преподавание в вузах страны и подготовку научно-педагогических кадров.

Н. А. СЕРГЕЙЧИК

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

Экономическая психология ни в какой мере не претендует на то, чтобы как-то умалить роль экономической теории в качестве фундамента образования хозяйственных руководителей. Не исчерпывает она и всего объема психологических знаний, необходимых им. В то же время она имеет свои особенности и соприкасается с другими отраслями психологической науки: с инженерной психологией, изучающей «человека среди машин»; психологией труда, сосредоточенной на «человека в труде» (но не в хозяйственной деятельности); социальной психологией, имеющей дело с «человеком среди людей». Но только экономическая психология исследует «человека в мире вещей», психологию участников хозяйственной деятельности и их поведение в экономической сфере общества.

Практика показывает, что в ускорении научных исследований и внедрении высокотехнологичных разработок, в совершенствовании ценообразования, управления экономикой и обеспечении экономического роста определенную роль играет психологический фактор. Так, ускорение НТП связано с психологическими особенностями людей, в т. ч. со свойствами личности ученого: отход от стандартных методов решения проблем, поиск новых подходов, переключение с одной зрительной модели на другие и т. д. Любой проект, каких бы сфер жизни он не касался всегда есть продукт мысли человека и его чувств. Экономическая роль цен общеизвестна. Менее известны психологические явления, связанные с процессом образования и функционирования цен. Если ценообразование ведется без учета психологии покупателя, то наступает угасание покупательского интереса к товару, т. е. высокие нереальные цены оборачиваются впоследствии крупными потерями.

Достижение намечаемых рубежей осуществляется в первую очередь за счет творческой активизации человеческого фактора. Но не всем управленцам удастся перестроить стиль работы. Часто сказывается многолетняя привычка к спокойной жизни, когда изо дня в день выручает накопленный опыт и нет нужды учиться. В то же время психологическое давление времени оказывается опасным для людей со слабым характером, не умеющим организовать свою работу.

Исследования в экономической психологии могут помочь оценить творческий потенциал управленцев, присущие им стереотипы мышления и проявление инертности. К сожалению, в психологической науке взаимоотношения изучаются большей частью как отношение двух и более людей без учета материальных условий жизни. Экономисты также исследуют отноше-

К. Н. БАРАНОВ, В. Н. ЛАПТИНСКИЙ, А. А. РОМАНЕНКО

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

Известно, что главная задача теории затвердевания отливки – расчет скорости затвердевания расплава и выявление связи между комплексом параметров условий литья и свойствами отливки из различных литейных сплавов. Эту задачу можно решить, выполнив расчет температурного поля в отливке. В работе [1] изложена методика расчета температурного поля в цилиндрической тонкостенной отливке из силумина, полученной методом намораживания на водоохлаждаемом стержне [2]. В данной работе на основе экспериментальных данных, полученных в установке (рис. 1), по указанной методике получена аналитическая аппроксимация температурного поля в следующем виде:

$$T(r, t) \approx \frac{T_2(t) - T_1(t)}{r_2 - r_1} (r - r_1) + T_1(t), \quad (1)$$

где r_1, r_2 – расстояния от оси отливки до термопар, $T_1(t), T_2(t)$ – полученные на основе метода наименьших квадратов полиномиальные аппроксимации (по времени t) температуры в точках расположения термопар.

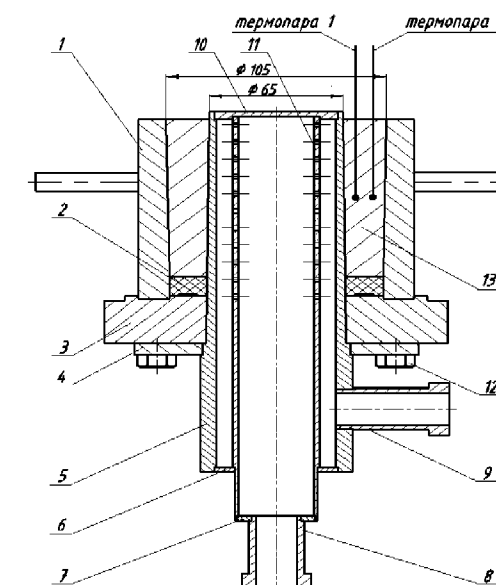


Рис. 1. Схема экспериментальной установки с термопарами: 1 – съемный захват; 2 – графитовое кольцо; 3 – фланец; 4 – фланец; 5 – гильза; 6 – кольцо; 7 – кольцо; 8 – подводящий патрубок; 9 – отводящий патрубок; 10 – заглушка; 11 – экран; 12 – болт; 13 – отливка.

На рис. 2 представлены графики $T_1(t)$, $T_2(t)$. Из-за небольшого (по технологическим возможностям) количества термопар для аппроксимации по r используется линейная интерполяция; для аппроксимации по времени – метод наименьших квадратов (количество экспериментальных точек теоретически не ограничено).

Линейная аппроксимация по r , в нашем случае, вполне приемлема по результатам эксперимента для описания температурного поля в отливке, поскольку ее толщина достаточно мала, при этом радиальное охлаждение протекает весьма интенсивно.

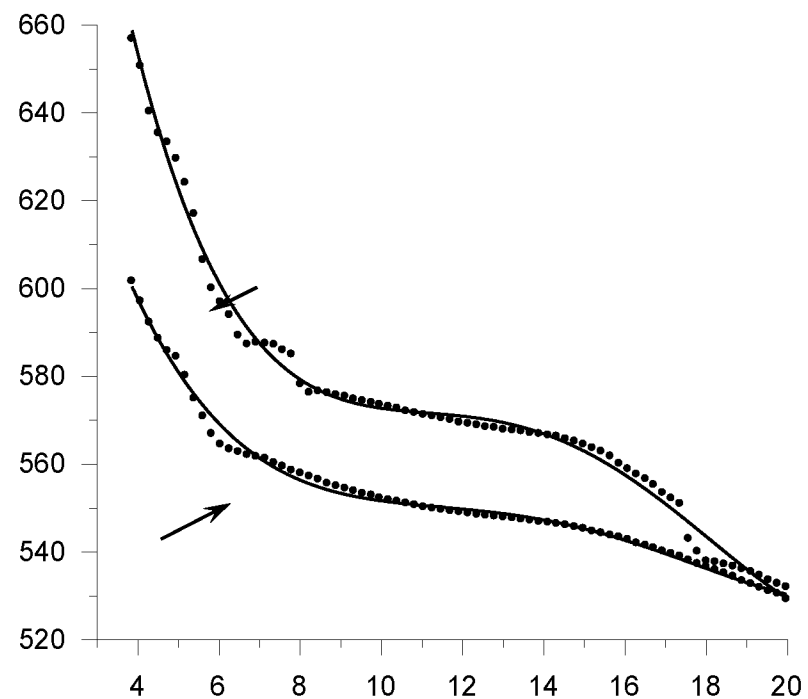


Рис. 2. Экспериментальные и аппроксимационные (аналитические по 75 точкам) зависимости температуры термопар от времени. Точками обозначены экспериментальные данные, сплошными линиями – полиномы четвертого порядка

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов, К. Н. Методика расчета температурного поля в отливке, полученной методом направленного затвердевания / К. Н. Баранов, В. Н. Лаптинский, А. А. Романенко // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы Междунар. научн.-техн. конф. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2014. – С. 16-17.
2. Марукович, Е. И. Исследование литья полых заготовок из силумина АК18 методом намораживания на водоохлаждаемом стержне / Е. И. Марукович, В. Ю. Стеценко, К. Н. Баранов // Литье и металлургия. – 2011. – № 3 (62). – С. 19–21.

дальнейшее снижение налоговой нагрузки на экономику путем уменьшения налогового давления на прибыль и фонд заработной платы. Налоговая нагрузка на фонд зарплаты за счет отчислений в ФСЗН в общем размере составляют около 40 %. Остается на прежнем уровне ставка НДС 20 %. В условиях ЕЭП она не должна быть выше, чем в России и Казахстане. В силу этого необходимо ее снижение. В структуре налоговых платежей лидирующие позиции занимают налог на добавленную стоимость (НДС) (22,8 %), подоходный налог с физических лиц (20,2 %), налог на прибыль (16,1 %), акцизы (12,6 %).

Для развития малого и среднего бизнеса создана привлекательная система упрощенного налогообложения, которой установлены одни из самых низких ставок в Таможенном союзе и высокие пороговые значения критериев выручки и численности, позволяющие ее применять широкому кругу плательщиков. Этот особый режим налогообложения применяют более трети всех плательщиков, состоящих на учете в налоговых органах. За последнее время сокращено количество обязательных для плательщиков административных процедур, пересмотрены периодичность уплаты налогов и формы налоговых деклараций, отменены авансовые платежи по НДС и акцизам, а также обязанность представления плательщиками в налоговые органы документов, подтверждающих право на применение льгот.

Важным направлением совершенствования налогообложения является пересмотр системы льгот, т. к. многочисленные льготы уменьшают налогооблагаемую базу, нарушают равные условия конкуренции. Поэтому Россия и Казахстан при проведении налоговых реформ значительно ограничили перечень льгот. Аналогичные шаги упростили бы и белорусскую систему налогообложения, позволили бы расширить налогооблагаемую базу, что могло бы стать реальной предпосылкой для дальнейшего снижения налоговых ставок.

Для дальнейшего совершенствования налоговой системы необходимо:

- продолжить работу по оптимизации состава налоговых преференций и сокращения количества налоговых льгот;
- повысить роль имущественных налогов, в том числе за счет перехода на исчисление налога на недвижимость исходя из кадастровой стоимости имущества;
- обеспечить дальнейшее совершенствование налогового контроля и администрирования;
- усилить налоговые механизмы, стимулирующие развитие "зеленой экономики";
- обеспечить переход на электронное "бесконтактное" обслуживание плательщиков при осуществлении налоговыми органами налогового администрирования.

Н. А. ПЕКЕРТ, Л. И. ПУШКИНА, О. И. ЧУМАЧЕНКО

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

Основной целью налоговой политики, проводимой в Республике Беларусь, является повышение конкурентоспособности национальной экономики, совершенствование налоговой системы. По мере развития рыночных отношений, нарастания процессов экономической глобализации и региональной интеграции, усиления роли малого и среднего бизнеса в национальных экономиках налоговая система становится инструментом все более тонкой настройки.

Мероприятия в области налоговой политики призваны улучшить администрирование налогов, адаптировать ставки к новым ценовым условиям, повысить собираемость доходов бюджета, уменьшить налоговую нагрузку на малый и средний бизнес, стимулировать производство высокотехнологичных товаров, инновационной продукции. Согласно итогам рейтинга «Ведение бизнеса 2015» по налогообложению Беларусь заняла 60 место, улучшив свои позиции (в 2014 г. – 107 место). В настоящее время определены структура, состав и количество налогов, значительно сокращена периодичность их взимания, усовершенствованы механизмы применения основных налогов. Сложившийся перечень основных налогов и размеры их ставок обеспечивают беспрепятственное ведение бизнеса, а также необходимый уровень финансирования государственных обязательств. Налоговая система Беларуси соответствует налоговым системам стран Таможенного союза, а также стандартам развитых стран.

Налоговая нагрузка на экономику Республики Беларусь (отношение налоговых доходов к ВВП) постепенно снижается. С 2008 г. она сократилась почти на треть, и составила 23,6 % к ВВП по оценке за 2014 г. Сегодня этот показатель сопоставим с налоговой нагрузкой в России и Казахстане. Кроме того, уровень централизации финансовых ресурсов в Беларуси полностью сопоставим со средними параметрами развитых стран. В настоящее время количество налогов, применяемых в отечественной налоговой системе, сведено к минимуму. Обязательными платежами, которые уплачиваются при осуществлении обычной деятельности, являются налоги на доходы и прибыль, налоги на потребление (НДС, акцизы), имущественные налоги (земельный налог и налог на недвижимость), экологический налог. Остальные платежи уплачиваются либо разово, либо при осуществлении специфических видов деятельности. В национальной налоговой системе предусмотрено

С. В. ВЫДУМЧИК, О. О. ГАВРИЛЕНКО, Т. Г. ПАВЛЮКЕВИЧ

Научно-исследовательское учреждение
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ
им. А. Н. Севченко» БГУ
Минск, Беларусь

В работе представлено конкурентоспособное наукоемкое специализированное оборудование для реализации высокотехнологических процессов, которые послужили базой для организации серийного производства изделий, применяемых в энергетике, строительстве, автотракторной и нефтехимической промышленности для сохранения и рационального использования энергетических ресурсов, повышения рентабельности продукции и охраны окружающей среды.

Разработанное и изготовленное авторами автоматизированное наукоемкое оборудование по своим производственно-технологическим параметрам соответствует лучшим мировым аналогам благодаря использованию принципиально новых идей, современной электронной компонентной базы и оригинального системного программного обеспечения.

Смесительно-дозировочные установки высокого давления (рис. 1) используются для переработки всех типов жестких, эластичных, интегральных пено- и полиуретановых систем с вязкостью исходных компонентов от 10 до 2000 мПа*с и получения различных изделий (полуцилиндров, сегментов, отводов, тройников, сборно-разборных конструкций для запорной арматуры трубопроводов для теплоизоляции газо-, нефтепроводов и т.д.).

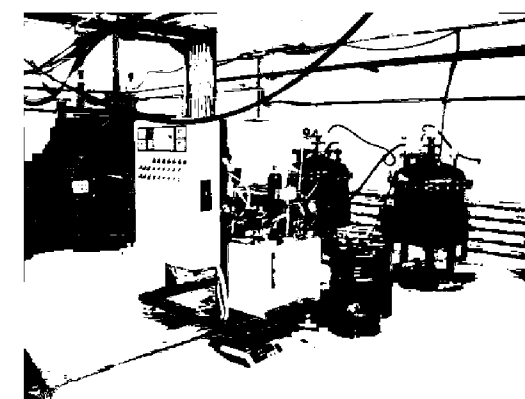


Рис. 1. Смесительно-дозировочные установки высокого давления

В основу работы установки положен принцип подачи двух компонентов А и Б, дозированных по объему, в смесительную головку безвоздушного смешения под высоким давлением. Конструкция смесительной головки – самоочищающаяся, не требует очистки в паузах между заливками.

Смесительно-дозировочные установки низкого давления (рис. 2) используются для производства топливных, воздушных и масляных фильтров автотракторной и авиационной промышленности.

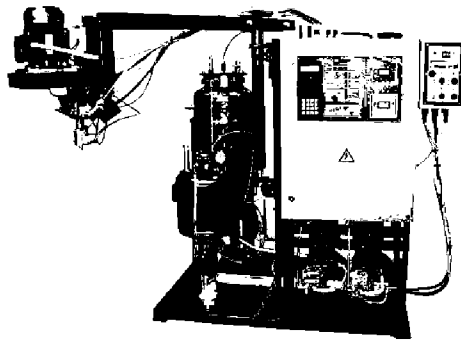


Рис. 2. Смесительно-дозировочная установка низкого давления

Работа установок низкого давления основана на дозании и смешении компонентов при давлении до 2,5 МПа в смесительной камере ротором, скорость вращения которого может достигать 18000 об/мин. Установки низкого давления позволяют получать изделия из пенополиуретана массой от 3 грамм.

Кроме того, авторами представлены комплексы автоматизированного оборудования, используемые при изготовлении электротехнической продукции (рис. 3).

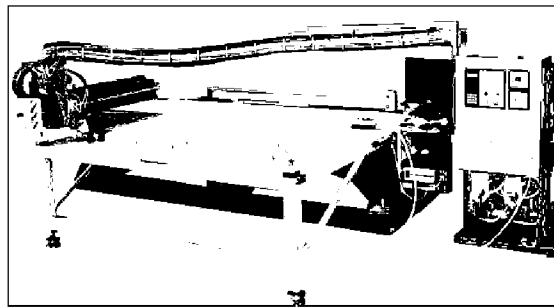


Рис. 3. Комплекс автоматизированного оборудования

Автоматизированный комплекс состоит из заливочно-смесительной установки и стола портального типа с устройством вертикального перемещения смесительного узла. Современная электронная компонентная база и оригинальное системное программное обеспечение позволяет производить нанесение уплотнительного контура по любой заданной геометрической траектории.

Представленное в работе автоматизированное оборудование нашло широкое применение на предприятиях Республики Беларусь, Украины, России и других стран для выпуска широкого ассортимента разнообразной продукции из газонаполненных полимерных композитов.

ных капиталовложений и задействования различных источников финансирования, в том числе внешних.

Следует отметить неразрывность обоих этапов и их определенную очередность. Нельзя считать реструктуризацию успешной и завершённой, проведя только первый этап. В то же время, второй этап не может быть успешно выполнен без подготовительного первого. Вряд ли можно рассчитывать на внешние источники финансирования, когда не задействованы в должной степени внутренние ресурсы и не устранены слабые места в деятельности предприятия. Предприятие в таком случае просто не готово к приему инвестиций.

Важно осознать то, что завершив реструктуризацию не стоит расслабляться, так как ее завершение является только началом новой фазы развития предприятия. Нельзя упускать момент, когда назреет необходимость проведения следующей реструктуризации. Поэтому мониторинг финансово-экономического состояния предприятия, положения его на конкурентном рынке, позволяет диагностировать необходимость реструктуризации.

Вывод: Завершив реструктуризацию – готовься к следующей.

В основе успешной реструктуризации предприятия, прежде всего, лежит глубокое осознание руководством необходимости ее проведения. Как правило, приходит оно при появлении финансовых трудностей, негативных тенденций в деятельности предприятия. При этом, как показывает практика, признаками необходимости проведения реструктуризации могут служить следующие:

- отсутствие стратегии;
- нехватка оборотного капитала;
- низкая производительность;
- снижение ликвидности.

Могут быть также обнаружены другие признаки, позволяющие сделать выводы о необходимости проведения реструктуризации с целью повышения конкурентоспособности предприятия.

Важным условием успешной реструктуризации является понимание необходимости осуществления перемен не только менеджментом, но и акционерами, а также работниками предприятия. Без согласованных действий и поддержки всех трех сторон реструктуризация может захлебнуться.

Следовательно, перед ее реализацией и в течение всего периода реструктуризации необходима тщательная работа со всеми людьми, которые будут каким-либо образом причастны к ее проведению, направленная на поддержку и активное участие в проводимых мероприятиях.

УДК338
МЕХАНИЗМ РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ КАК МЕХАНИЗМ
ПОВЫШЕНИЯ ИХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

Н. А. ПЕКЕРТ, Л. И. ПУШКИНА, О. И. ЧУМАЧЕНКО
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Реструктуризация предприятия представляет собой проведение комплекса мероприятий организационно-экономического, правового, технического характера, направленных на изменение структуры предприятия, его управления, форм собственности, организационно-правовой формы, что приводит к финансовому оздоровлению, повышению эффективности предпринимательской деятельности и конкурентоспособности.

Целью реструктуризации предприятия является наиболее эффективное использование ресурсных, технических, технологических, организационных, коммерческих, экономических, финансовых, кредитных, налоговых и других возможностей при производстве товаров или услуг с учетом спроса на рынках и требований потребителей, т. е. с целью повышения конкурентоспособности предприятия.

Важным является правильное проведение диагностики и определение «болезней», мешающих эффективной деятельности, а также степень запущенности. Только на основе правильно поставленного диагноза может быть выработана верная стратегия развития и план реструктуризации. Проведение реструктуризации может быть осуществлено в два основных этапа:

На первом этапе проводятся организационные мероприятия, решаются административные вопросы, осуществляется имущественная реструктуризация. На данном этапе происходит оптимизация по видам деятельности, изменяется организационная структура, мобилизуются внутренние ресурсы, направленные на их максимально эффективное использование, меняется управление финансовыми потоками, осуществляется перепланировка размещения основных фондов, проводятся изменения в функциональных обязанностях. Как правило, крупных финансовых затрат в этот период не происходит. Однако предпринятые срочные меры позволяют, в определенной степени, улучшить состояние на предприятии, но самое главное приводят его в готовность к проведению второго, более сложного этапа реструктуризации.

На втором этапе осуществляется финансовая реструктуризация, инвестиции в основной капитал, трудовые ресурсы, проводятся изменения в структуре собственности (не обязательно). На данном этапе происходит реализация серьезных инвестиционных проектов, которые требуют значитель-

УДК 621.91.04
СИНТЕЗ И РЕАЛИЗАЦИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ
ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПРОФИЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В. А. ДАНИЛОВ, А. А. ДАНИЛОВ
Учреждение образования
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Новополоцк, Беларусь

Расширение применения, в технике вместо традиционных шпоночных и шлицевых более эффективных профильных моментопередающих соединений, требует создания прогрессивных технологий формообразования некруглых цилиндрических поверхностей. Профильную (некруглую) цилиндрическую поверхность при синтезе схем формообразования удобно рассматривать как кинематическую, образуемую относительным перемещением ее производящих линий – образующей и направляющей. При обработке длинных деталей с такими поверхностями, например, некруглых валов профильных соединений за образующую некруглой поверхности целесообразно принять контурную кривую, ограничивающую ее поперечное сечение, а за направляющую – прямолинейную производящую линию, параллельную оси поверхности.

Синтез схемы формообразования включает выбор методов формообразования производящих линий и задание кинематики формообразования – совокупности относительных движений инструмента и заготовки. Каждая из производящих линий поверхности может быть образована методами следа, касания, копирования, обката и комбинированными методами, возможные сочетания которых определяют множество схем формообразования профильной поверхности. Выбор из них рациональных важен при синтезе кинематической структуры проектируемых и модернизируемых станков для обработки профильных поверхностей. Рациональными, с точки зрения простоты реализации, являются схемы, осуществляемые минимальным количеством движений, сообщаемых инструменту и заготовке, простыми в изготовлении и заточке режущими инструментами.

Профиль профильной поверхности с периодически повторяющимися выступами ограничен несколькими конгруэнтными участками в виде циклоидальных и синусоидальных кривых, дуг окружности, линий равной ширины и т.д. От формы контурной кривой зависит кинематика профилирования некруглой поверхности. Так, профиль, ограниченный циклоидальными кривыми, формируется методом следа двумя согласованными элементарными вращательными движениями, сообщаемыми производящей точке (например, вершине резца или инструмента для выглаживания), т. е. сложным исполнительным движением $\Phi_v(B_1B_2)$. Инструментом является резцовая головка с равномерно расположенными по окружности резцами, что обеспечивает

совмещение процессов профилирования и деления, необходимого для получения нескольких конгруэнтных участков формируемого профиля. Оба вращательных движения могут сообщаться инструменту, заготовке или быть распределены между ними. Последний вариант проще в реализации и обеспечивает универсальность схемы обработки. Она применяется на современных многооперационных токарных станках.

Синусоидальный профиль образуется при сообщении производящей точке движения $\Phi_v(B_1O_2)$, которое создается при сообщении заготовке вращательного движения B_1 , а инструменту согласованного с ним возвратно-поступательного движения O_2 . Эта схема обработки реализуется на станке для профильного точения, оснащенный механизмом-построителем, например, кривошипно-шатунным, или на токарно-затыловочном станке, путем замены кулачка затылования зубьев на кулачок профилирования некруглой поверхности. За один оборот кулачка формируется один из конгруэнтных участков профиля. Достоинство этой схемы – возможность обработки на одном станке как наружных, так и внутренних поверхностей различного профиля точением и поверхностно-пластическим деформированием, т.е. универсальность, что имеет важное практическое значение. Недостаток этой схемы обработки – невысокая производительность из-за реверсивного характера движения инструмента и изменения в широком диапазоне его рабочих углов.

Более эффективны схемы формообразования некруглых поверхностей многолезвийными вращающимися инструментами типа фрез при предварительной обработке, опилователей и шеверов – при последующей обработке. Рациональными являются схемы обработки некруглых поверхностей, основанные на совмещении исполнительных движений резания и профилирования, в частности, схемы обработки с конструктивными радиальными перемещениями режущих кромок инструмента. К ним относятся, например, схемы обработки некруглых поверхностей эксцентрично установленными цилиндрической фрезой (при профилировании методом обката) и дисковой фрезой (при профилировании методом касания). Характерным для них является частичное перенесение функции кинематики формообразования на инструмент, что упрощает кинематическую схему обработки.

Рассмотренные рациональные схемы формообразования профильных поверхностей реализованы, в частности, на широкоуниверсальном зубошлицефрезерном станке модели ВС50 производства Витебского станкостроительного завода «Вистан». На их основе разработана также кинематическая структура специализированных станков для обработки профильных валов вращающимися инструментами – резцовыми головками, цилиндрическими и дисковыми фрезами.

Табл. 1. Индикаторы, характеризующие инновационную деятельность предприятий промышленности Республики Беларусь

Индикаторы	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Удельный вес организаций промышленности, осуществлявших затраты на технологические, организационные, маркетинговые инновации, в общем числе обследованных организаций промышленности, %	18,1	24,3	24,8	24,4
Удельный вес отгруженной инновационной продукции (работ, услуг), в общем объеме отгруженной продукции (работ, услуг) организаций промышленности, %	14,5	14,4	17,8	17,8
Удельный вес отгруженной инновационной продукции (работ, услуг) новой для внутреннего рынка, в общем объеме отгруженной продукции (работ, услуг) организаций промышленности, %	53,2	60,0	43,6	44,6
Удельный вес отгруженной инновационной продукции (работ, услуг) новой для мирового рынка, в общем объеме отгруженной продукции (работ, услуг) организаций промышленности, %	0,8	1,1	0,7	0,6

Относительно невысокая динамика показателей свидетельствует о недостаточном развитии инновационной составляющей производства. При этом структура затрат на технологические инновации в среднем составили: на продуктовые инновации – 52,15 %, на процессные – 47,85 %. Также следует отметить, что за рассматриваемый период такой показатель как удельный вес экспорта в общем объеме отгруженной инновационной продукции превышал 59 %.

Роста производительности труда можно добиться на основе быстрого обновления активной части основных фондов и использования перспективных систем управления производством. Еще большую эффективность в данном направлении может обеспечить введение в эксплуатацию современного оборудования, машин и инструментов, которые позволят производить более качественную продукцию при меньших затратах труда и материалов.

Использование новых технологий и передовых научных разработок даст возможность белорусским производителям выпускать конкурентоспособную продукцию, которая сможет без труда основательно закрепиться на мировом рынке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by>

УДК 621.9

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Т. Г. НЕЧАЕВА, Е. В. КУНАКИНА

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

Промышленность – важнейшая отрасль народного хозяйства, оказывающая решающее воздействие на уровень экономического развития Республики Беларусь. Она непрерывно воспроизводит средства производства как для себя так и для других отраслей. Под воздействием промышленности развивается сложная система экономических связей, разрабатываются новые источники сырья, топлива и энергии, растут города.

Структура промышленности представлена основными видами экономической деятельности: «Горнодобывающая», «Обрабатывающая», «Производство и распределение газа и воды».

Проанализировав основные показатели развития промышленности Республики Беларусь, можно отметить ряд проблем, характерных для промышленного комплекса нашей страны: снижение чистой прибыли, рост числа убыточных организаций, снижение рентабельности продаж, рост запасов готовой продукции на складах предприятий.

Для решения имеющихся проблем государственными органами разрабатывается ряд программ, ориентированных на развитие промышленности в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе.

Государственные программы призваны решать ряд задач, основными из которых являются повышение производительности труда, увеличение выпуска высококачественной продукции, соответствующей мировым стандартам качества, производство продукции с высокой добавленной стоимостью, проведение активной маркетинговой политики, повышение эффективности работы по управлению промышленным производством и персоналом предприятия, выпуск импортозамещающей продукции.

Поиск решения поставленных задач можно свести к использованию термина «инновации». Под инновацией (англ. "innovation" – новшество, нововведение, новаторство) понимается использование новых технологий, видов продукции и услуг, новых форм организации труда, обслуживания, производства и управления.

На основе данных, представленных в табл. 1, можно судить об инновационной деятельности предприятий промышленности в Республике Беларусь [1].

УДК 621.787

ТЕХНОЛОГИЯ КОМБИНИРОВАННОГО
МАГНИТНО-ДИНАМИЧЕСКОГО НАКАТЫВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ
ДЕТАЛЕЙ МАШИН

А. М. ДОВГАЛЕВ, Д. М. СВИРЕПА

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

В машиностроении для обеспечения высоких качественных характеристик поверхностного слоя деталей пар трения широкое применение находят технологии поверхностного пластического деформирования.

Наиболее перспективными являются технологии поверхностного пластического деформирования с комбинированным энергетическим воздействием на зону обработки, обеспечивающие изменение в широких пределах физико-механических характеристик поверхностей и повышение их эксплуатационных свойств.

К числу перспективных относится технология комбинированного магнитно-динамического накачивания, основанная на комплексном воздействии на поверхность заготовки импульсно-ударным деформированием и вращающимся постоянным (переменным) магнитным полем инструмента.

При комбинированном магнитно-динамическом накачивании внутренних, наружных и плоских поверхностей магнитное поле инструмента выполняет две функции: транспортную (сообщает деформирующим шарам рабочее движение) и технологическую (воздействует на поверхность ферромагнитной детали вращающимся постоянным или переменным магнитным полем с индукцией 0,005–1,2 Тл.).

Для реализации предложенной технологии разработан принципиально новый класс упрочняющих инструментов, отличающихся от известных наличием магнитной системы, сообщающей деформирующим шарам энергию импульсно-ударного деформирования и осуществляющей магнитное воздействие на упрочняемую поверхность детали.

В работе выполнено моделирование процесса комбинированного упрочнения деталей, получена система дифференциальных уравнений, описывающих кинематику движения деформирующих шаров. Рассмотрено движение деформирующих шаров при их взаимодействии с источниками магнитного поля инструмента и намагниченной поверхностью. Получена аналитическая зависимость для определения скорости деформирующих шаров в момент их взаимодействия с деталью.

Совмещение во времени процессов силового и магнитного воздействий на поверхность упрочняемой заготовки позволяет сформировать модифицированный поверхностный слой, обладающий комплексом новых свойств, имеющих важное технологическое значение.

А. М. ДОВГАЛЕВ, С. А. СУХОЦКИЙ

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

Большой научный и практический интерес вызывает новый метод отделочно-упрочняющей обработки плоских поверхностей деталей магнитно-динамическим накатыванием (МДН) на основе использования энергии постоянного (переменного) магнитного поля инструмента (Патент РБ № 17545).

Осуществляют метод с помощью инструмента, содержащего: корпус; деформирующие и приводные шары, установленные в кольцевых камерах с возможностью взаимодействия между собой; магнитную систему для перемещения шаров (Патенты РБ № 15262, № 15263).

С целью определения технологических возможностей метода в работе исследовали поверхностную микротвердость упрочненных деталей.

Были подготовлены три партии плоских заготовок из стали 45 твердостью 200–220 НВ, поверхность которых обрабатывали торцовым фрезерованием с обеспечением шероховатости Ra 3,0–3,2 мкм. Затем заготовки первой партии шлифовали до достижения шероховатости поверхности Ra 0,4–0,35 мкм. Вторую и третью партию заготовок упрочняли магнитно-динамическим накатыванием с использованием инструментов с деформирующими шарами 12 и 20 мм соответственно. Шероховатость упрочненных поверхностей заготовок второй и третьей партий составила Ra 0,5–0,48 и 0,38–0,34 мкм.

Подготовка образцов для измерения микротвердости осуществлялась по стандартной методике.

Измерение микротвердости по глубине исследуемых образцов изделий проводили на приборе Indentec ZHV (Великобритания). Алмазный наконечник прибора прижимали к исследуемой поверхности образца статической силой 0,981 Н в течение 10 с. Затем алмазный наконечник отводили и измеряли диагонали полученного на поверхности образца отпечатка.

Анализ результатов выполненных исследований показал, что магнитно-динамическое накатывание повышает поверхностную микротвердость плоских поверхностей деталей машин соответственно на 20–25 % (на глубине до 400 мкм) и на 10–15 % (на глубине 400–600 мкм).

- R1 – не выполняется одна или несколько главных трудовых функций;
- R2 – в целом результаты труда соответствуют заданным;
- R3 – работник выполняет свои функции выше среднего показателя;
- R4 – работник существенно преуспевает в работе;
- S – вводится для исключительных случаев.

Оценка эффективности труда работника производится руководителем по разработанным критериям для каждой категории работников, значения которых суммируются.

Полученный итог представляет собой комплексный показатель эффективности труда работника, величина которого стремится к 1. Граничные значения комплексного показателя эффективности труда работника имеют следующие значения: R1 – 0,4; R2 – 0,55; R3 – 0,7; R4 – 0,8; S – 0,98.

Материальное поощрение предусматривается, начиная со степени «соответствия работника установленным требованиям», т. е. при значении комплексного показателя выше R2 (0,55).

Материальное поощрение распределяется пропорционально комплексному показателю эффективности труда сотрудника, исходя из фонда экономии за месяц.

Дополнительные выплаты организация может производить исходя из целей, которые закладываются в программу стимулирования труда: это премии к 8 марта и новому году, при вступлении в брак и при рождении ребенка.

Также предполагается участие сотрудников в экономии средств организации: в соответствии с коллективным договором, не более 20 % от экономии средств, остающихся в распоряжении организации.

Под системами участия работников в экономии средств организации понимается разделение между ними и организацией дополнительной экономии, которая была получена в результате повышения производительности или качества. При этом рассматривается производительность всей организации или отдела, т. е. групповая или коллективная эффективность, и премирование всех работников, а не избранных. Отметим, что эта система ориентирована на работников, получающих почасовую заработную плату, индивидуальные трудовые усилия которых не всегда напрямую связаны с конечным результатом.

Экономия 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.

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

УДК 331.217

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ТРУДОВЫМИ
РЕСУРСАМИ ОРГАНИЗАЦИИ

Т. Г. НЕЧАЕВА, Т. А. БОРОДИЧ

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 (для учреждений профессионального образования нагрузки на одного преподавателя) 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 управления трудовыми ресурсами учреждения образования была разработана система мотивирования персонала, основанная на расчете комплексного показателя эффективности труда, учитывающего выполнение планового объема работы (количество учебной нагрузки), качество оказываемых образовательных услуг и стратегические цели организации.

Структура заработной платы – это базовые ставки, премиальные выплаты, социальные программы.

Считается, что базовая оплата должна быть достаточной, чтобы привлечь на фирму работников нужной квалификации и подготовки. Она не должна превышать 70–90 % общего дохода, получаемого работником. Размер базовой ставки должен быть связан с уровнем ответственности работника и его эффективностью.

Соотношение базовых ставок по уровням ответственности носит ступенчатый характер. В нашем случае в качестве базовой ставки выступает тарифный оклад сотрудника.

Индивидуальная ставка может колебаться от 80 до 120 % базовой, скорректированной на объем выполняемой работы. По результатам оценки труда целесообразно определить четыре зоны эффективности, показывающие соответствие трудовой деятельности требованиям труда. Граничные значения комплексного показателя эффективности труда работника приняты из следующих предпосылок:

УДК 664.012

РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОГО АЛГОРИТМА ПЛАНИРОВАНИЯ
ТРАЕКТОРИЙ РОБОТОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ

И. Э. ИЛЮШИН, М. М. КОЖЕВНИКОВ, А. В. СТАРОВОЙТОВ

Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»
Могилев, Беларусь

Для планирования траекторий движения робота-манипулятора удобно использовать его конфигурационное пространство (С-пространство), где в качестве координат выступают углы в сочленениях звеньев. Тогда задача планирования сводится к нахождению непрерывной траектории в конфигурационном пространстве, при условии, что стартовая и целевая конфигурации заданы заранее.

Наиболее общим подходом в решении задачи планирования траектории робота-манипулятора в среде с препятствиями является алгоритм классического поиска по сетке, основанный на переборе возможных конфигураций, однако, он характеризуется экспоненциальным увеличением количества используемых дискретных конфигураций, при увеличении количества степеней свободы, что приводит к возникновению проблемы размерности.

В связи с этим, было решено применить алгоритм на основе карты вероятных траекторий (probabilistic roadmap, PRM), который позволяет эффективно решить проблему размерности, возникающую при управлении роботом в избыточном конфигурационном пространстве.

При данном подходе, модель свободного конфигурационного пространства робота-манипулятора представляется в виде неориентированного графа $R=(V, E)$. Вершины V такого графа представляют собой множество свободных от столкновений конфигураций робота, координаты которых являются случайными величинами. Формирование множества V осуществляется следующим образом: генерируется случайная конфигурация робота-манипулятора и выполняется тест столкновения робота с препятствиями. Если столкновения нет, то конфигурация добавляется в множество V , в противном случае она отбрасывается. Ребрам графа E ставятся в соответствие простые (прямолинейные либо дуговые) участки траекторий между свободными от столкновений конфигурациями.

Несмотря на то, что данный алгоритм хорошо подходит для решения проблемы размерности, он характеризуется нерегулярной структурой поиска, не обладает оптимальной дисперсией и оптимальной величиной отклонения. Такой алгоритм не обеспечивает свойство «полноты» решения, поскольку при неудачном выборе случайно заданных точек может оказаться, что нельзя найти ни одной траектории от начального положения до целево-

го, особенно в случае выявления «проблемных зон» в конфигурационном пространстве робота, таких как, например, «узкий коридор».

Для решения данной проблемы предлагается модификация алгоритма с использованием метода решетчатой карты траекторий (lattice roadmap, LRM). Предложенный алгоритм генерации конфигураций типа LRM основан на том, что «проблемные зоны» конфигурационного пространства робота дискретизируются на основе «решетки» и для каждой дискретной конфигурации робота задается весовая функция. Далее производится поиск фрагмента траектории между двумя конфигурациями робота, принадлежащими графу R и находящимися в окрестности «проблемной зоны». Если такой фрагмент траектории найден, то все принадлежащие ему конфигурации включаются во множество вершин V графа R .

Эффективность разработанного алгоритма исследована с использованием подсистемы автономного программирования в САПР ROBOMAX. Разработанные алгоритмы синтеза конфигурационного пространства сборочно-сварочных роботов-манипуляторов реализованы программно в среде Visual C++. Визуализация вычислений проводилась с использованием пакета MatLab. В качестве объекта исследования рассмотрен РТК, включающий робот-манипулятор KR125, оснащенный сварочными клещами; деталь задней стенки кабины автомобиля ГАЗель и технологическую оснастку. В качестве препятствий, в данном случае, рассматриваются конструкция, технологическая оснастка, а также кондукторная плита. Методика тестирования состояла в здании различных (стартовой и целевой) локаций робота, поиске траекторий между ними и тестировании этих траекторий на адекватность в подсистеме автономного программирования САПР ROBOMAX. Под адекватностью траектории, в данном случае, понимается отсутствие столкновений и выхода за технологические ограничения при движении по этой траектории. Результаты тестирования подтверждают эффективность алгоритма.

сальдо во внешней торговле по группе промежуточных товаров.

В 2013 г. экспорт определен в размере 1 477,2 млн долл., что на 1 716,2 млн долл. ниже объема импортированных товаров. Структура внешнеторгового оборота характеризуется преимущественным долевым участием импорта в обороте: удельный вес в размере 68,37 %. Относительно 2012 г. просматривается отрицательная структурная динамика импорта в размере 8,12 процентных пунктов. Отрицательное сальдо за 2012–2013 гг. снизилось по модулю на 1 455,8 млн долл. Среднегодовой темп роста экспорта за 2005–2013 гг. составил 113,1 %; импорта – 113,3 %.

В государства-члены ТС и ЕЭП экспортируется большая часть потребительских и инвестиционных товаров, поставляемых областью на внешний рынок. Почти весь объем импорта промежуточных товаров – это поставки из России и Казахстана. По сравнению с 2012 г. структура экспорта и импорта не претерпела серьезных изменений. Основа экспорта – потребительские товары (в 2013 г. 50,95 % от общего объема). При этом по сравнению с 2012 г. поставки продовольственной группы возросли на 12,3 % (63,3 % в экспорте потребительских товаров), непродовольственной – на 6,9 %, что обусловило рост объемов экспорта потребительских товаров в целом на 10,2 %. Доля потребительских товаров, ввозимых из России и Казахстана, незначительна в 2012–2013 гг. : соответственно 1,61 и 3,06 %.

Востребованы на рынках России и Казахстана также и промежуточные товары (энергоносители, сырье), но их экспорт в 2013 г. уменьшился на 3,26 процентных пункта по сравнению с 2012 г., прежде всего, за счет сокращения поставок нефтепродуктов в Россию. Существенное превышение ввоза промежуточных товаров над их вывозом определяет формирование отрицательного сальдо в торговле с государствами-членами ТС и ЕЭП. Вместе с тем, объем импортируемых промежуточных товаров снизился на 30,73 % вследствие уменьшения импорта нефтепродуктов из России.

Объем экспортируемых и импортируемых в государства-члены ТС и ЕЭП инвестиционных товаров незначителен. Доля в экспорте – 4,64 %, в импорте – менее 1%.

Наибольшую долю во внешнеторговом обороте Витебской области традиционно занимает рынок соседней России – 71,4%, (экспорт – 66,4 %, импорт – 73,9 %). В результате действия многих факторов в настоящее время в Республике Беларусь и в Витебской области в частности, сложилась такая структура внешнеэкономических отношений, которая предполагает тесные интеграционные связи со странами СНГ, и в первую очередь с Россией, которая сегодня является основным партнером Республики Беларусь, занимая первое место в ее внешнеторговом обороте. Наблюдается положительная тенденция к увеличению доли ЕС в экспортных потоках.

Л. В. НАРКЕВИЧ

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

Качественно новым шагом в развитии интеграционного взаимодействия явилось создание Таможенного союза и Единого экономического пространства (ТС и ЕЭП) России, Беларуси и Казахстана. В центре внимания вопросы и перспективы развития Таможенного союза Беларуси, России и Казахстана и формирования Единого экономического пространства с возможностью присоединения новых членов.

В рамках данного сотрудничества рассмотрена внешняя торговля товарами Витебской области с государствами-членами Таможенного союза и Единого экономического пространства. Более половины внешнеторгового оборота Витебской области формируют государства-члены ТС и ЕЭП. В 2013 г. их доля во внешнеторговом обороте области превысила 72 %. Из общего объема экспорта области на долю России и Казахстана приходилось 68,4 %, импорта – 73,9 %. Товарооборот области с государствами-членами ТС и ЕЭП в 2013 г. сложился в размере 4 670,6 млн долл. и по сравнению с 2012 г. снизился на 22 %, при этом экспорт товаров увеличился на 5 %, импорт – сократился на 30,3 %.

Внешнеторговый оборот с Россией и Казахстаном по сравнению с 2005 г. вырос в 3 раза. На рис. 1 представлена динамика внешней торговли товарами Витебской области с государствами-членами ТС и ЕЭП за 2005–2013 гг.



Рис. 1. Динамика внешней торговли товарами Витебской области с государствами-членами ТС и ЕЭП за 2005–2013 гг., млн долл.

В рамках рассматриваемого временного интервала сальдо внешней торговли товарами с государствами-членами ТС и ЕЭП сохраняло отрицательную величину, что в большей степени обусловлено отрицательным влиянием

И. Д. КАМЧИЦКАЯ

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

Пневмонакатник для импульсно-ударной пневмовибродинамической обработки плоских поверхностей (конструкция и принцип работы описаны в патенте Республики Беларусь № 1373 U BY) относится к аэродинамическим устройствам, работа которых основана на струйном эффекте.

Для пневмонакатника характерен резкий контраст между простотой и относительной легкостью изготовления его конструктивных элементов и сложностью аэродинамических процессов, происходящих внутри пневмонакатника при работе.

Конструктивная простота пневмонакатника обманчива. Основываясь на классификации струйных систем, с энергетической точки зрения, канал в оправке для подвода сжатого воздуха относится к активному аналоговому струйному элементу, основным назначением которого является усиление мощности потока сжатого воздуха, подводимого от внешнего источника, а сопловая чаша – к пассивному.

С целью изучения процессов, происходящих при работе пневмонакатника, сопловую чашу рассматривали как резонатор Гельмгольца (резервуар с одним входом и несколькими выходами), расчет которого был сведен к расчету колебательного контура с потерями. Приблизительно собственную частоту струйного резонатора Гельмгольца определяли по формуле Томсона.

Сделано предположение о том, что экспериментальный факт возникновения интенсивных акустических колебаний сжатого воздуха в рабочей камере пневмонакатника при истечении струи из сопловой чаши может быть связан с неустойчивостью собственных акустических колебаний на определенных режимах работы пневмонакатника. Установлено, что при работе накатника возникает аэродинамический шум, превышающий на высоких частотах (4000 Гц, 8000 Гц) санитарный уровень звуковой мощности.

Выходные каналы (сопла) имеют острые кромки, что приводит к колебаниям струй воздуха с определенной частотой. В результате совпадения собственной частоты колебания резонатора с частотами колебания струй наступает резонанс, изменяющий характер движения деформирующих шаров и влияющий на процесс обработки.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И
КИНЕМАТИКИ ПЛАНЕТАРНЫХ РАДИАЛЬНО-ПЛУНЖЕРНЫХ
РЕДУКТОРОВ

А. В. КАПИТОНОВ, С. Г. ЧЕРНЯКОВ, С. А. ИГНАТОВ

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

Для повышения технического уровня малогабаритных планетарных радиально-плунжерных редукторов, имеющих большие передаточные отношения, разработаны методы и средства их проектирования на основе компьютерного 3D моделирования.

Разработаны компьютерные 3D модели конструкций одно-, двух- и трехступенчатых планетарных радиально-плунжерных редукторов с различными передаточными отношениями. Проведено моделирование кинематики и динамики планетарных радиально-плунжерных шариковых редукторов с использованием программного обеспечения SolidWorks Motion. Получены графики и амплитудно-частотные спектры угловых перемещений, скоростей, ускорений и сил в зацеплении этих передач. Проведен анализ гармонических составляющих кинематических погрешностей.

Исследования позволили дать оценку кинематической точности этих передач и определить степень влияния недостатков в их конструкциях на плавность работы, а также определить потери мощности под нагрузкой.

Также была экспериментально исследована кинематическая точность и плавность работы исследуемых редукторов. В результате исследований получены графики и амплитудно-частотные спектры кинематических погрешностей, проведен их гармонический анализ, который позволил определить какие конструктивные и геометрические параметры деталей редуктора, в большей степени, влияют на кинематическую погрешность передачи. Исследования кинематической точности и плавности работы редукторов проводились на специальном стенде. Крутящий момент на входном валу редуктора создавался электродвигателем. Выходной вал нагружался с помощью электромагнитного тормоза, изменяя силу тока на обмотках которого, была получена различная нагрузка. Частоту вращения выходного вала определяли с помощью оптического тахометрического датчика. Сигналы, от датчика с помощью аналого-цифрового преобразователя, преобразовываясь в цифровой вид, анализировались на компьютере с помощью программы Shark, входящей в программное обеспечение стенда.

еме экспорта составило 0,19 и 0,3 % соответственно. В 2009 г. – продукции мукомольно-крупяной промышленности на 14,2 млн долл. США (в общем объеме экспорта – 0,07 %), готовых кормов для животных – на 5,0 млн долл. США (в общем объеме экспорта – 0,02 %) [2, с.67,70]. Потребителями такой продукции стали Российская Федерация и Украина.

Продукция, не реализованная на внешнем рынке, используется для собственных нужд. Мукомольно-крупяная – для продажи населению, в хлебопечении, в производстве макаронных изделий, а комбикормовая – на корм скоту, птице и т. д.

Ритмично работают те предприятия, которые выпускают комбикорма требуемого ассортимента и качества, обеспечивающие максимальные привесы и продуктивность. А это, в свою очередь, позволяет наращивать объемы производства и экспорта мясной и молочной продукции.

Примером может быть ОАО «Агрокомбинат «Скидельский» – крупнейшее агропромышленное объединение Гродненщины, включающее производство, переработку и реализацию сельскохозяйственной продукции. Так уж сложилось, что ОАО «Гроднохлебопродукт» хотя и уверенно стояло на ногах, но лишних денег не имело, рентабельность выпускаемой продукции 10 лет назад не превышала 2–3 %. Такая же ситуация была и в целом по отрасли. И вот тогда началось реформирование организаций хлебопродуктов в соответствии с концепцией создания областного производственно-финансового холдинга, согласованной Минсельхозпродом и Гродненским облисполкомом. На первом этапе присоединили два отстающих комбикормовых завода, потом взяли три низко рентабельных сельскохозяйственных производственных кооператива, четыре свиноводческих комплекса. Итог – предприятие поставляет комбикорма для собственных подразделений.

В странах ЕС минимальна интеграция в производстве зерна и масличных культур, у нас же наоборот. Поэтому отечественный опыт интеграции может быть уникальным и требует более пристального изучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Промышленность Республики Беларусь: стат. сб. / редкол. : В. И. Зиновский [и др.]. – Минск : [б.и.], 2014. – 273 с.
2. Внешняя торговля Республики Беларусь: стат. сб. / редкол. : В. И. Зиновский [и др.]. – Минск : [б.и.], 2014. – 312 с.

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

Зернопродуктовый подкомплекс является основой всего продовольственного комплекса Республики Беларусь. Неотъемлемой частью зернопродуктового подкомплекса выступают предприятия, перерабатывающие зерно, которые осуществляют закупку и прием продовольственного и фуражного зерна, сортовых семян, их переработку в отраслях промышленности (мукомольно-крупяной, элеваторной, комбикормовой, хлебопекарной и макаронной).

Значительную часть зерноперерабатывающих предприятий, примерно около 80 %, объединял Департамент по хлебопродуктам. С 1 июля 2013 г. Департамент по хлебопродуктам Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь реорганизован путем присоединения его к Министерству сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (Минсельхозпрод), согласно приказу Минсельхозпрода Республики Беларусь от 23 апреля 2013 г. № 127 на основании Указа Президента Республики Беларусь от 12 апреля 2013 г. № 168 «О некоторых мерах по оптимизации системы государственных органов и иных государственных организаций, а также численности их работников». В структуре центрального аппарата Минсельхозпрода появилось еще одно структурное подразделение – главное управление по хлебопродуктам.

Согласно данным Национального статкомитета [1, с. 121, 123; 2, с.50], в последние годы (2009–2013 гг.) наметилась тенденция увеличения объемов производства продукции предприятиями зернопереработки.

Анализ деятельности зерноперерабатывающих предприятий показал, что в 2013 г. произведено: муки – 749,5 тыс. т (темп роста к 2009 г. – 111,1 %); крупы – 48,7 тыс. т (129,2 %), добавок кормовых и кормов готовых для сельскохозяйственных животных – 6165,7 тыс. т (146,3 %), из них премиксы – 66,8 (136,3 %), добавки белково-витаминно-минеральные – 120,6 (117,4 %). Тенденция роста объемов производства обусловлена с одной стороны наращиванием производственных мощностей, с другой – возрастающим рыночным спросом.

Произведенная мукомольно-крупяная продукция и готовые корма для животных частично экспортируются. Так в 2013 г. экспортировано продукции мукомольно-крупяной промышленности на сумму 70,8 млн долл. США, готовых кормов для животных – на 110,2 млн долл. США, что в общем объ-

А. И. КАШПАР, В. Н. ЛАПТИНСКИЙ
Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН Беларуси»
Могилев, Беларусь

В [1] предложен метод решения задачи об определении распределения температуры в круговой цилиндрической оболочке (стенке) с постоянно действующим внутренним источником теплоты с удельной мощностью $q_v = w_0(1 + bT)$, которая имеет вид [2, с. 16, 29]:

$$\frac{d^2T}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dT}{dr} + \frac{w_0}{\lambda}(1 + bT) = 0; \quad T(r_1) = \tilde{T}_1, \quad T(r_2) = \tilde{T}_2, \quad 0 < r_1 < r_2. \quad (1)$$

В данной работе предлагается модификация метода [1], обладающая более высокой скоростью сходимости.

Введем следующие обозначения: $p = w_0 b / \lambda$, $q = w_0 / \lambda$. Тогда уравнение (1) примет вид:

$$\frac{d^2T}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dT}{dr} + pT + q = 0 \quad (2)$$

при тех же граничных условиях.

Решение задачи (2) получено в следующем виде:

$$T^{II}(r) = T_0^{II}(r) + T_1^{II}(r) + T_2^{II}(r) + \dots,$$

где

$$T_0^{II}(r) = \frac{\ln \frac{r_2}{r}}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \tilde{T}_1 + \frac{\ln \frac{r}{r_1}}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \tilde{T}_2 + \frac{\ln \frac{r}{r_1}}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \int_{r_1}^{r_2} \frac{ds}{s} \int_{r_1}^s \sigma q d\sigma - \int_{r_1}^r \frac{ds}{s} \int_{r_1}^s \sigma q d\sigma;$$

$$T_{k+1}^{II}(r) = \frac{\ln \frac{r}{r_1}}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \int_{r_1}^{r_2} \frac{ds}{s} \int_{r_1}^s \sigma p T_k^{II}(\sigma) d\sigma - \int_{r_1}^r \frac{ds}{s} \int_{r_1}^s \sigma p T_k^{II}(\sigma) d\sigma.$$

При исходных данных [1], получим:

$$T(r) \approx \tilde{T}_1^{II}(r) = T_0^{II}(r) + T_1^{II}(r) = 0,69545r^4 + 491,91157r^2 \ln r - 552,71023r^2 - 325,08035 \cdot \ln r + 652,01478;$$

$$T(r) \approx \tilde{T}_2^{II}(r) = T_0^{II}(r) + T_1^{II}(r) + T_2^{II}(r) = -0,040762r^6 - 64,86176r^4 \ln r + 105,30934r^4 + 171,45588r^2 \ln r - 520,6198r^2 + 627,0619 \ln r + 1049,20587 \frac{1}{r} + 415,35121.$$

Сравним полученные приближенные решения $\tilde{T}_1^{II}(r)$, $\tilde{T}_2^{II}(r)$ с приближенным решением $\tilde{T}_2(r)$, полученным в [1], и с точным решением $T(r)$, используемым [1] в точках $r_i = 1 + 0,01i$ ($i = 0, 1, \dots, 10$) (табл. 1):

Табл. 1. Значения в узлах r_i точного и приближенных решений и их сравнения

r	$T(r)$	$\tilde{T}_2(r)$	$\tilde{T}_1^{II}(r)$	$\tilde{T}_2^{II}(r)$	$ T(r) - \tilde{T}_2(r) $	$ T(r) - \tilde{T}_1^{II}(r) $	$ T(r) - \tilde{T}_2^{II}(r) $
1,00	100,00000	100,0000	100,0000	100,00000	0,000000	0,000000	0,00000000
1,01	90,677277	90,67727	90,67717	90,677276	0,000007	0,000105	0,00000021
1,02	81,425269	81,42522	81,42507	81,425269	0,000049	0,000197	0,00000041
1,03	72,244333	72,24423	72,24407	72,244332	0,000102	0,000265	0,00000055
1,04	63,134836	63,13469	63,13453	63,134835	0,000147	0,000304	0,00000065
1,05	54,097156	54,09699	54,09684	54,097156	0,000169	0,000313	0,00000067
1,06	45,131685	45,13152	45,13139	45,131685	0,000165	0,000293	0,00000063
1,07	36,238822	36,23869	36,23858	36,238822	0,000135	0,000245	0,00000054
1,08	27,418974	27,41889	27,41880	27,418974	0,000086	0,000176	0,00000039
1,09	18,672559	18,67253	18,67247	18,672559	0,000034	0,000092	0,00000020
1,10	10,000000	10,00000	10,00000	10,000000	0,000000	0,000000	0,00000000

Расчет максимальных относительных погрешностей для данного способа в двух случаях дал следующий результат:

$$\sigma_1^{II} = \max_i \left| \frac{T(r_i) - \tilde{T}_1^{II}(r_i)}{T(r_i)} \right| \cdot 100\% = 0,00068\%;$$

$$\sigma_2^{II} = \max_i \left| \frac{T(r_i) - \tilde{T}_2^{II}(r_i)}{T(r_i)} \right| \cdot 100\% = 0,0000015\%.$$

Из анализа полученных результатов видно, что описанные методы решения краевой задачи (1) достаточно удобны для применений, при этом предложенный метод является более эффективным. Заметим, что классический метод решения задачи (1) связан с использованием бесселевых функций. В предложенных методах специальные функции не используются, поэтому он применим к задачам, для которых такие функции заведомо не применимы либо не разработана соответствующая методика их использования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Кашпар, А. И.** Расчет линейного температурного поля в круговой цилиндрической стенке / А. И. Кашпар, В. Н. Лаптинский // *Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы Междунар. науч.-техн. конф.* – Могилев, 24-25 апреля 2014 г. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2014. – С. 33.
2. Теория тепломассообмена: учебник для вузов / С. И. Исаев [и др.]; под ред. А. И. Леонтьева. – М. : Высшая школа, 1979. – 495 с.

жет достигать +10 °С и выше. Таким образом, перепад температур между комфортной в комнате +25 °С и грунтом вокруг испарителя весьма стабилен и не превышает 20 °С независимо от мороза на поверхности земли. Следует отметить, что обычно температура фреона на входе в конденсатор теплового насоса достигает +50...+60 °С и если его поместить в бойлер жидкостной системы отопления, то можно отапливать здание в холодный период года.

Таким образом, преимущества тепловых насосов очевидны: для передачи в систему отопления 1 кВт·ч тепловой энергии тепловому насосу с испарителем в земле на глубине 5 м необходимо затратить всего 0,25 кВт·ч электроэнергии. Тем не менее, в нашей стране тепловые насосы практически не применяются. В чем же причины?

Стоимость получения 1 кВт·ч тепловой энергии в газовом котле примерно на 5...10 % ниже, чем в тепловом насосе, что связано с низкой стоимостью газа в нашей стране. Кроме того, капитальные затраты при установке газового котла для отопления здания зачастую в 3...4 раза ниже, чем при установке теплового насоса.

УДК 621.22

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ: ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

О. М. ЛОБИКОВА, С. Д. ГАЛЮЖИН

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

Тепловой насос – установка для сбора и переноса тепловой энергии от источника тепловой энергии с низкой температурой к потребителю (теплоносителю) с более высокой температурой. Термодинамически тепловой насос аналогичен холодильной машине, отличие состоит в использовании теплообменных аппаратов. Современная холодильная машина содержит основные элементы: компрессор, конденсатор, регулятор потока и испаритель. Конденсатор представляет собой теплообменник и обеспечивает охлаждение парообразного фреона, поступающего из компрессора под высоким давлением, и его конденсацию. При этом тепловая энергия отдается в окружающее пространство. Далее жидкий фреон поступает в регулятор потока (терморегулирующий вентиль), где благодаря дросселированию снижается его давление. После регулятора потока фреон под низким давлением поступает в испаритель, где происходит его испарение при низкой температуре. Энергия, необходимая для испарения забирается из окружающей среды, снижая тем самым ее температуру. Испаритель располагается в холодильной камере, а конденсатор – снаружи. Для повышения эффективности конденсатор обдувается потоком наружного воздуха.

В тепловом насосе тепловая энергия, отдаваемая конденсатором, не выбрасывается в окружающую среду, а отдается потребителю, где используется для обогрева помещений, подогрева воды для бытовых нужд и др. Испаритель при этом помещается в среду, обладающую достаточно большим количеством низкопотенциальной теплоты с примерно постоянной температурой, например, в почву на глубину ниже глубины промерзания, незамерзающее море и т.д.

В процессе работы компрессор потребляет электроэнергию. Соотношение вырабатываемой тепловой энергии и потребляемой электрической называется коэффициентом трансформации (или коэффициентом преобразования теплоты; англ. COP – сокр. от coefficient of performance) и служит показателем эффективности теплового насоса. Значения эффективности современных тепловых насосов составляют порядка COP=2 при температуре источника низкопотенциальной тепловой энергии – 20 °С, и порядка COP=4 при температуре данного источника +7 °С. Как известно, в средней полосе грунт на таких глубинах 5...10 м имеет температуру порядка +5 °С, которая очень мало меняется в течении всего года. В более южных районах эта температура мо-

УДК 621.795

ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ШЛИФОВАНИЯ
ИЗНОСОСТОЙКИХ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ
ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

А. М. КУРГУЗИКОВ

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

В настоящее время в технологических процессах машиностроения и восстановления изношенных деталей различных машин и оборудования специалисты вынуждены использовать в качестве наплавочных материалов сложнотермостойкие, жаропрочные, титановые сплавы и композиты на основе сверхтвердых материалов.

В то же время сверхтвердость получаемых покрытий резко снижает их обрабатываемость, уменьшает производительность шлифовальных работ, обеспечивающих получение деталей высокого качества.

Операции шлифования завершают длительный и трудоемкий производственный процесс обработки ответственных деталей. Одним из направлений в передовых разработках по данной теме является значительное увеличение скоростей шлифования – до 100...160 м/с [1].

Однако для этих целей необходимо иметь шлифовальный инструмент, обладающий повышенными режущими свойствами, не требующий частых заточек.

В докладе приведено два подхода к решению данной проблемы.

В случае нанесения покрытий дуговой наплавкой, плазменным, детонационным напылением с толщиной покрытия 1...1,5 мм, шлифуемая поверхность может иметь твердость соизмеримую с твердостью абразива инструмента, а после газотермического оплавления минимальная твердость 55 HRC. Также процесс шлифования затрудняется присутствием в матрице никель-хром тугоплавких соединений: боридов хрома и никеля, карбиды хрома и железа, силицидов никеля и др.

В докладе обосновывается техпроцесс шлифования с использованием абразивного инструмента из карбида кремния, кубического нитрида бора и алмаза.

Предлагаемый процесс является финишным и опробован в конкретных производственных условиях с учётом требований к точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей.

Наилучшие результаты получены при использовании круга ЛКВ40100/80 С2 К27 по покрытию 12НВК с оплавлением твердостью до HRC 50. В случае меньшей твердости покрытия до HRC 30 – наилучшие результаты получены при обработке кругом 25А 25 СМ1 7 К10.

Таким образом, для шлифования могут применяться инструменты с органическими связками, прочно удерживающие даже значительно выступающие зерна и не разрушающиеся при высоких температурах в зоне контакта инструмента и заготовки.

Вторым подходом к решению проблемы предлагается внесение изменения в технологический процесс подготовки наплавочных материалов. Идея заключается в механоактиваторной обработке порошковых материалов перед применением в технологическом процессе наплавки.

Обработка в пружинном механоактиваторе позволяет несколько доизмельчить порошок, а самое главное, активировать поверхность частиц с целью ускорить процессы диффузии, сплавления, снизить твердость покрытий, при незначительном снижении износостойкости поверхности восстановленного изделия и др.

Особенность процесса механоактивации наплавочных порошков потребовала доработки конструкции пружинного механоактиватора.

На рис. 1 представлен вариант механоактиватора с объемом загрузки до $0,02 \text{ м}^3$. В эксплуатации очень актуален такой недорогой механоактиватор для некрупных партий разнообразных наплавочных и напыляемых порошковых материалов для ремонтных производств.

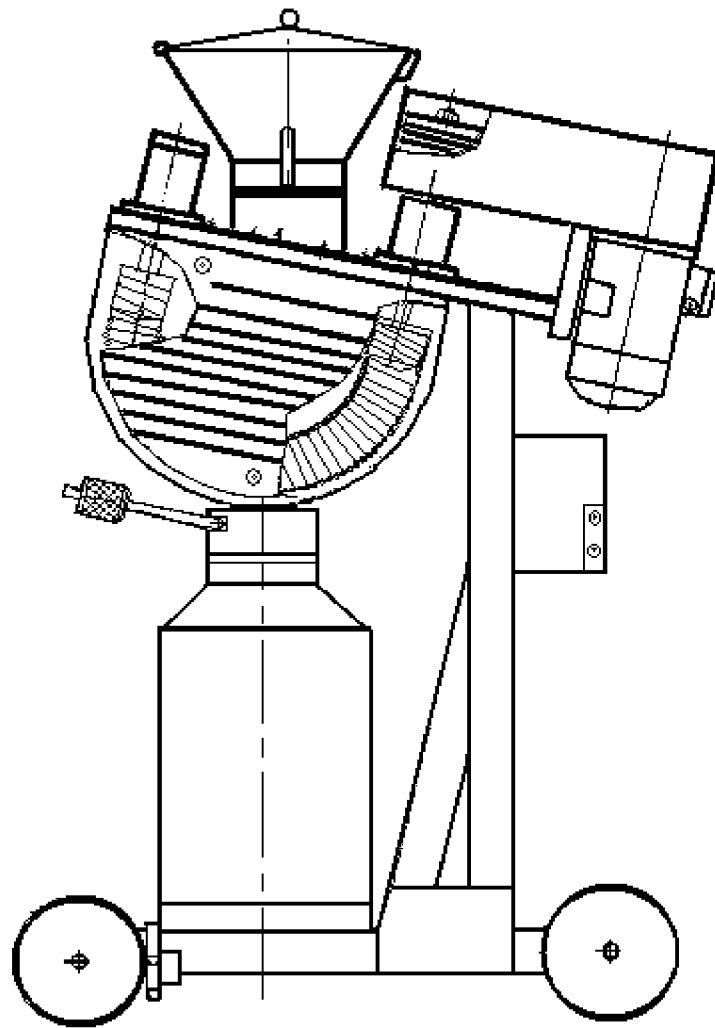


Рис. 1 Общий вид механоактиватора

проекта, рентабельность инвестиций, период окупаемости (срок возврата) инвестиций.

Для анализа инновационных проектов могут использоваться такие динамические показатели, основанные на дисконтировании денежных потоков, как чистый дисконтированный доход, индекс доходности и рентабельность инноваций, которая является эффективным инструментом, позволяющим выделить наиболее подходящее решение из нескольких альтернатив.

Эффективность затрат на освоение новшеств проявляется в:

- снижении себестоимости продукции;
- изменении фондовооруженности труда;
- росте производительности труда;
- увеличении объема реализации продукции или объема продаж;
- повышении рентабельности продаж и других производственных и финансовых показателей.

С постоянным и неуклонным развитием рынка и рыночных отношений в экономике Республики Беларусь возникает необходимость предложения потребителям все новых и новых товаров и услуг, либо модернизации уже выпускаемой продукции в соответствии со спросом. Внедрение инноваций рассматривается производственными организациями как единственный способ повышения конкурентоспособности производимых товаров, поддержания высоких темпов развития и уровня доходности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кремень, З. И. Технология шлифования в машиностроении / З. И. Кремень, В. Г. Юрьев, А. Ф. Бабошкин; под. общ. ред. З. И. Кременя. – СПб. : Политехника, 2007. – 424. – С. 6.

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

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

Научно-технический прогресс привел к развитию новых технологий и производств, в результате чего сегодня экономический рост хозяйствующих субъектов определяется той долей продукции и оборудования, которые содержат прогрессивные знания и современные решения.

Существует ряд факторов, сдерживающих инновационную деятельность на промышленных предприятиях Республики Беларусь: недостаток собственных финансовых средств; неприемлемые условия кредитования; сложности в получении кредита; недостаток инвестиций, длительный период окупаемости инвестиций, нежелание и неумение осваивать новые технологии.

Эффективность деятельности предприятия выражается через экономические и финансовые показатели. В условиях рыночных отношений не может быть унифицированной системы показателей. Каждый субъект хозяйствования самостоятельно определяет эту систему исходя из особенностей стоящих перед ним задач.

Одним из основных показателей эффективности и стабильности функционирования организации является показатель ее устойчивости.

На практике при анализе потенциального банкротства иностранные специалисты используют метод интегральной оценки угрозы банкротства, основанный на комплексном рассмотрении ряда финансовых показателей. Устойчивость организации можно определять по нескольким обобщенным показателям, предложенным экономистами Альтманом, Лисом и Таффлером. Показатель устойчивости фирмы позволял американским экономистам выявлять до 90 % корпораций – потенциальных банкротов за год до банкротства, до 70 % – за два года и 50 % – за пять лет до банкротства.

Эффективность инновационного проекта характеризуется системой экономических показателей, отражающих соотношение связанных с проектом затрат и результатов, позволяющих судить об экономической привлекательности проекта для его участников, об экономических преимуществах одних проектов над другими.

К наиболее часто используемым в практике экономического анализа показателям оценки экономической эффективности проектов относятся суммарная (или среднегодовая) прибыль, получаемая в результате реализации

С. А. ЛИТОШ, В. А. ЛОГВИН

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

Развитие машиностроения основывается на повышении надежности работы передающих технических систем, используя рациональный подбор материалов, способов обработки и формообразующего инструмента с соответствующими свойствами рабочих поверхностей. Без учета физико-механических свойств материала заготовок, эффективного использования режущих свойств инструментов, а также технологий формирования их поверхностей, обеспечивающих высокие физико-механические характеристики, которые, в большинстве случаев, ответственны за износостойкость и другие эксплуатационные параметры изделий.

Создание новых упрочняющих технологий на основе целенаправленного управления свойствами материалов является важнейшей задачей. Наиболее перспективными как в научном, так и в прикладном плане, являются исследования процессов воздействия потоков различных энергий на поверхность изделий, имеющих сложную форму. Новым направлением в разработке способов повышения износостойкости является создание неравновесных состояний в поверхностном слое материала воздействием тлеющего разряда в среде аргона. Большой практический интерес имеют результаты исследований по изменению характеристик облучаемых материалов, в которых образуются новые метастабильные долгоживущие структуры.

Преимущества обработки материалов пучками заряженных частиц заключаются в возможности вариации энергии частиц и их свойств, периода облучения, температуры мишеней, простоте автоматизации технологических установок. Использование тлеющего разряда расширяет такие возможности благодаря отсутствию необходимости формирования концентрированных ионных пучков. В результате осуществляемых процессов в поверхностном слое формируются новые долгоживущие метастабильные структурные состояния кристаллической решетки. Обработка рабочих поверхностей деталей технических систем, особенно имеющих сложную форму, в тлеющем разряде в среде аргона позволяет повысить их износостойкость с наименьшей себестоимостью, по сравнению с другими технологиями. В результате обработки зубчатых колес из конструкционной стали в тлеющем разряде их износостойкость повысилась в 1,3 раза.

УДК 621.01: 621.9.01
РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТЕЙ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОСЕЙ ОТВЕРСТИЙ ПРИ
ИХ ОБРАБОТКЕ НА СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ

В. А. ЛУКАШЕНКО

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

При обработке на сверлильных станках, как правило, решаются одновременно две задачи: обеспечение точности диаметральных размеров отверстий и обеспечение точности координатных размеров осей отверстий.

Задача обеспечения точности диаметральных размеров отверстий решается путем последовательного применения инструментов: сверл, зенкеров, разверток. При их различных сочетаниях могут быть получены отверстия от 14-го до 6-го квалитетов точности.

Более сложной задачей при обработке отверстий на сверлильных станках является обеспечение точности расположения осей, т. е. точности координатных размеров. Такая задача решается одним из трех методов: сверление по разметке, сверление по кондуктору, сверление по программе на станках с ЧПУ. При сверлении по разметке отклонение межосевых расстояний отверстий составляют 0,5...1,0 мм. Метод может быть использован при невысоких требованиях к точности координатных размеров осей отверстий.

Анализ образования погрешностей положения осей отверстий при их обработке по кондуктору позволяет выделить основные составляющие: геометрическое смещение оси инструмента, упругое смещение оси инструмента, упругое смещение узла направления (кондукторной плиты), температурные деформации станка и детали.

Геометрическое смещение оси инструмента зависит от величины зазора в сопряжении втулка-инструмент, зазора в сопряжении сменная-постоянная втулка и эксцентриситета сменной втулки. Вместе с этим, величина смещения инструмента зависит от длины кондукторной втулки и вылета конца инструмента.

Упругое смещение инструмента возникает при обработке отверстия с неравномерным припуском. Из-за неравномерности припуска по длине окружности обрабатываемого отверстия противолежащие зубья инструмента загружены неравномерно, в результате чего происходит смещение инструмента. Упругие смещения узла направления возникают при обработке отверстий инструментом, жестко связанным со шпинделем и проходящим через кондукторную втулку. В торцовых сечениях втулок возникают реакции, которые отжимают кондукторную плиту.

низкое качество корпоративного управления, низкий уровень инвестиционной культуры предпринимателей, и др. [1, стр.124].

Большинство указанных проблем решается законодательным путем. Однако, учитывая специфику государственного управления в Республике Беларусь, в действующем инновационном климате наиболее целесообразным представляется два варианта развития механизма венчурного финансирования в республике:

– создание венчурных организаций с участием крупных государственных предприятий с одной стороны и авторов научных разработок, необходимых для данных предприятий, с другой;

– создания венчурных организаций в рамках, планируемых к созданию производственных кластеров на базе университетов (входящих в кластер), при этом участниками венчурного фонда (организации) должны выступать в том числе организации, входящие в указанный кластер.

Указанные варианты развития венчурного финансирования требуют:

– льготирования по налогу на прибыль организаций в части прибыли, направляемой в венчурные фонды;

– создания механизма защиты инвестора от неудачного осуществления проекта, а в случае привлечения государственного финансирования – предусмотреть возврат государственных инвестиций в виде роялти;

– введение в Гражданский Кодекс формы юридического лица обеспечивающего наиболее приемлемую форму для образования венчурного фонда или организации и защищающее участников от двойного налогообложения и упрощающее ведение учета.

Преимуществом указанных вариантов развития венчурного финансирования являются:

– повышение заинтересованности крупных организаций в развитии венчурного финансирования и выполнение принципа инновационной политики государства – частно-государственного партнерства;

– специализация венчурных организации под потребности промышленных организаций и кластеров и обеспечение гарантированного спроса на инновационную продукцию, производимую венчурными организациями со стороны их участников;

– возможность формирования кадров венчурных организаций из числа наиболее высокообразованных работников организаций-участников;

– освобождение организаций от функций проведения НИОКР.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инновационная деятельность и венчурный бизнес: научно-методическое пособие / И. В. Войтов [и др.]. – Минск : ГУ «БелИСА», 2011. - 188 с.

А. В. КОЛЕСНИКОВ

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

Формирование инновационной экономики является необходимым условием повышения конкурентоспособности национальной экономики на международном уровне. Одним из основных факторов для достижения указанной цели является финансирование на определенном уровне НИОКР, разработку научно-технической продукции и внедрение ее на рынок. Основными источниками финансирования инновационной деятельности в Республике Беларусь являются субсидии в рамках государственных программ, финансирование инновационных проектов через Белорусский инновационный фонд (Белинфонд).

Наиболее оптимальным способом финансирования инновационных проектов в мировой практике является венчурное финансирование. Надо отметить, что в Республике Беларусь финансирование венчурных проектов производится только через Белинфонд и осуществляется на возвратной и платной основе, а также предусматривает выход из проекта на любом этапе при условии возврата в полном объеме в бюджет выделенных средств на его финансирование и уплаты процентов за их пользование. Указанный механизм финансирования венчурных проектов полностью нарушает основные принципы венчурного финансирования, которые предусматривают:

– невозможность выхода инвестора из проекта в течение срока его осуществления;

– возврат инвестиций и фиксация прибыли инвестора производится только после выхода венчурной компании на IPO путем реализации доли инвестора на фондовой бирже.

Несмотря на принятое в последнее время законодательство в области венчурного финансирования, существуют и другие препятствия для его развития в инновационном климате Республики Беларусь, такие как отсутствие практики защиты прав интеллектуальной собственности, низкая инновационная активность малых, средних и крупных предприятий, высокое налогообложение доходов инвесторов, отсутствие развитого фондового рынка, отсутствие приемлемого механизма частно-государственного партнерства, отсутствие информации о потенциальных объектах венчурного инвестирования, отсутствие квалифицированных управляющих венчурными фондами,

М. И. МИХАЙЛОВ, А. С. КУЧИН

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

Метод зубофрезерования червячными фрезами является высокопроизводительным и универсальным, за счет чего и получил широкое распространение во всех видах производства, связанных с обработкой цилиндрических колес. Обработка производится непрерывно по методу обката. Основным недостатком червячных фрез является ограниченность числа резцов, огибающих профиль зубьев обрабатываемого колеса, вследствие этого шероховатость обработанной поверхности зубьев, в ряде случаев, высокая. Еще одним недостатком является сложность траектории резания, что приводит к затруднению математического моделирования данного процесса [1–5].

Для составления математической модели процесса формообразования использовалось матричное выражение законов движения тел [5].

Учитывая тот факт, что условно червячная фреза является набором зубчатых реек, рассмотрим обработку зубчатого колеса одним зубом зубчатой рейки. Математическая модель данного метода обработки получена по расчетной разработанной схеме (рис. 1).

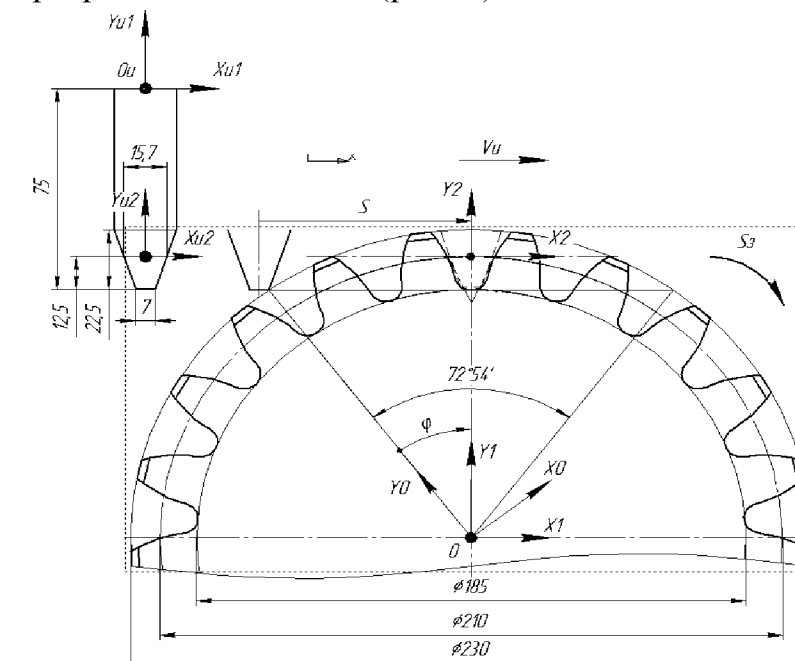


Рис. 1. Расчетная схема обработки

Как видно на рис. 1, для построения математической модели использовалась одна система координат расположенная на режущей кромке и вторая – на делительной окружности. Далее, подставив в уравнение формообразования соответствующие условия связей и решив его в аналитическом виде, получили математическую модель данной системы в матричной форме. Для примера была рассмотрена обработка зубчатого колеса с модулем $m = 14$ мм и количеством зубьев $z = 21$. Виртуальную обработку производили червячной фрезой соответствующего модуля, диаметр делительной окружности которой равен 190 мм, длина – 224 мм, число стружечных канавок 9. Полученная образующая позволила определить кинематическую погрешность (рис. 2).

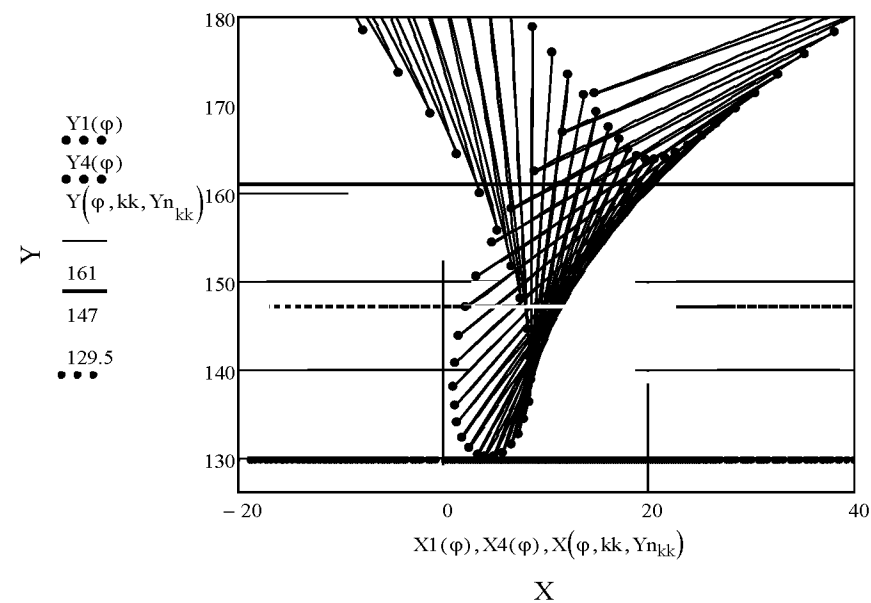


Рис. 2. Результат моделирования

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барсукова, О. А. Моделирование процесса резания зубом червячной фрезы / О. А. Барсукова, П. О. Черданцев. – Барнаул : АлтГТУ. – 2007. – 200 с.
2. Бычков, И. В. Описание объекта производства для корректной постановки задачи формообразования / И. В. Бычков // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н. Е. Жуковского "ХАИ". – Вып. 45. – X. – 2010. – С. 235.
3. Родин, П. Р. Основы проектирования режущих инструментов: учебник / П. Р. Родин. – Киев : Вища шк. – 1990. – 424 с.
4. Тимофеев, Ю. В. Научные предпосылки определения условий формирования величин упрочненного слоя при формообразовании крупномодульных зубчатых колес / Ю. В. Тимофеев, А. Н. Шелковой, А. А. Ключко. – НТУ Украины. – 2012.
5. Шевелева, Г. И. Теория формообразования и контакта движущихся тел : монография / Г. И. Шевелева. – М. : Высш. шк. – 1999. – 491 с.

плексную оценку уровню конкурентоспособности современного промышленного предприятия.

По нашему мнению, кроме перечисленных количественных критериев, в составе показателей конкурентоспособности промышленного предприятия должны быть качественные критерии, характеризующие степень удовлетворения требований потребителей; рост производительности труда вследствие его мотивации и использования способностей людей; демонстрация важности социальных ценностей для предприятия. В зависимости от состава критериев для оценки уровня конкурентоспособности предприятия изменяется сущность этого понятия. Т. е. конкурентоспособность отражает не только свойства объекта, характеризующие степень реального или потенциального удовлетворения конкретной потребности потребителей. В результате использования более полного перечня показателей конкурентоспособность предприятия отражает отличия развития конкретного предприятия от уровня развития конкурентов по степени удовлетворения своими товарами потребностей потребителей и по эффективности производственной деятельности. При расчете уровня конкурентоспособности предприятия целесообразна группировка по коммерческим, организационным, экономическим критериям. При этом наибольшую значимость необходимо придавать тем критериям, которые отражают взаимосвязь между факторами производства и рынком (потребителями).

Важнейшим элементом оценки конкурентоспособности предприятия является уровень конкурентоспособности его продукции. Изучение конкурентоспособности продукции должно вестись непрерывно и систематически, быть тесно связано с фазами жизненного цикла отдельных товаров и всего предприятия в целом, чтобы своевременно определить момент начала снижения показателя конкурентоспособности.

Главной целью проведения оценки конкурентоспособности является определение положения предприятия на отраслевом рынке. Для повышения объективности оценки конкурентоспособности предприятия необходимо использовать такой критерий, как коэффициент конкурентоспособности, который представляет собой соотношение уровня рентабельности анализируемого предприятия и максимального уровня рентабельности предприятий-конкурентов.

Оценка конкурентоспособности предприятия позволяет выявить сильные и слабые стороны предприятий. Результаты оценки являются основой для принятия управленческих решений и разработки перспективных направлений развития предприятия, направленных на поддержание конкурентоспособности (в случае сильных рыночных позиций) либо ее повышение (при слабых рыночных позициях).

УДК 338.24
ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ
В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ

Л. Г. КОЗЛОВА, И. Я. КУРСОВА, Н. В. РУБАНОВА
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Трансформация экономических, политических отношений, переплетение национальных экономик, происходящие в условиях глобализации экономики, определяют изменение подходов к выбору критериев оценки конкурентоспособности промышленных предприятий.

Конкурентоспособность предприятия – это важнейший показатель, характеризующий эффективность функционирования предприятия в рыночной экономике. От уровня конкурентоспособности зависит стабильность рыночных позиций предприятия, его финансовое положение, перспективы развития. Обеспечению высокого уровня конкурентоспособности предприятия уделяется значение при разработке стратегии и тактики его развития.

Современные подходы к определению конкурентоспособности чаще всего основываются на сравнительных оценках уровня различных критериев. Успех отдельной национальной экономики в конкретных областях экономики объясняется максимально эффективным использованием факторов производства (рабочая сила, земля, капитал и природные ресурсы). Соответственно, страна получает сравнительное преимущество в тех отраслях, где более интенсивно используются имеющиеся факторы. В связи с развитием процессов глобализации и интеграции концепция сравнительных преимуществ на основе факторов производства не всегда способна объяснить конкурентоспособность национальной экономики. Аналогично конкурентоспособность предприятия в современных условиях не может определяться только эффективным использованием факторов производства.

Конкурентоспособность предприятия – это относительная характеристика, которая выражает отличия развития данного предприятия от развития конкурентных предприятий по степени удовлетворения своими товарами потребности людей и по эффективности производственной деятельности. Конкурентоспособность предприятия характеризует возможности и динамику его приспособления к условиям рыночной конкуренции.

К основным критериям оценки конкурентоспособности предприятия относятся: уровень конкурентоспособности товаров предприятия на внешнем и внутреннем рынках; степень новизны товара; емкость рынка; рыночные позиции конкурентов (доля рынка). Перечисленные критерии можно оценить количественно, что и определяет невозможность дать ком-

УДК 621.9.047.7
ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ ПРИ
ПОНИЖЕННОМ ДАВЛЕНИИ СРЕДЫ ДЛЯ ПОЛИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ
МАЛОГО СЕЧЕНИЯ И ЖЕСТКОСТИ

В. С. НИСС, А. Ю. КОРОЛЕВ, А. Э. ПАРШУТО
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

В машино- и приборостроении, при производстве изделий медицинского назначения существует широкий перечень изделий, финишная обработка которых физико-техническими методами затруднена из-за особенностей геометрии, а также из-за применения специальных материалов, характеристики которых не должны меняться в процессе обработки от силового воздействия или теплового действия тока. К таким изделиям относятся, например, изделия с малой площадью поперечного сечения и изделия малой жесткости.

В случае, когда площадь поперечного сечения изделия существенно мала по сравнению с общей площадью обрабатываемой поверхности, происходит нагрев материала из-за теплового действия тока, проходящего через изделие, поскольку плотность тока может достигать $1-2 \text{ А/см}^2$. Нагрев приводит к окислению поверхности изделия, изменению структуры и свойств материала и, в ряде случаев, к неисправимому браку. Существует ряд ответственных изделий, для которых в результате финишной обработки не допускается изменение прочностных, акустических характеристик, изменения микроструктуры и фазового состава.

При обработке изделий, обладающих малой жесткостью, обычно возникают трудности, связанные с закреплением их на оснастке и обеспечением надежного токоподвода. Такие изделия характеризуются малой площадью сечения при относительно большой площади обрабатываемой поверхности. При монтаже такие изделия часто деформируются из-за большого распорного усилия элементов оснастки, необходимой для обеспечения надежного токоподвода. Другой проблемой, возникающей при обработке изделий с малой жесткостью, является малая площадь контакта оснастки с изделием, что вызывает подгорание и плавление контактной поверхности.

Для решения указанных проблем разработаны методы и оборудование для электролитно-плазменной обработки в условиях вакуумметрического давления, обеспечивающие существенное уменьшение удельной мощности за счёт снижения энергии, необходимой для обеспечения плёночного кипения и поддержания стабильной парогазовой оболочки вокруг обрабатываемого изделия.

В работе оценивалось влияние вакуумметрического давления на изменение плотности тока в процессе электролитно-плазменной обработки. Ис-

следования проводили на плоских образцах из стали 12Х18Н10Т суммарной площадью 5 см². В качестве электролита использовался водный раствор сульфата аммония концентрацией 5 %. Температура электролита поддерживалась в пределах 80±2 °С. Рабочее напряжение изменяли в диапазоне от 200 до 300 В. Сила тока измерялась при значениях рабочего напряжения 220, 260 и 300 В, при величинах вакуумметрического давления 0, -50 кПа и -63 кПа.

Результаты проведенных экспериментальных исследований показали, что обработка в условиях вакуумметрического давления обеспечивает снижение плотности тока: с 0,28–0,60 А/см² (в зависимости от напряжения) при атмосферном давлении до 0,075–0,21 А/см² при значении вакуумметрического давления -63 кПа (в 3–4 раза). Снижение плотности тока приводит, соответственно, к уменьшению удельной мощности, потребляемой в процессе электролитно-плазменной обработки.

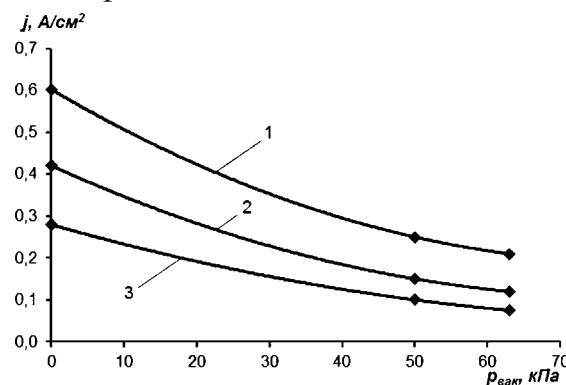


Рис. 1. Влияние величины вакуумметрического давления на изменение плотности тока при различных значениях рабочего напряжения: 1 – 300 В; 2 – 260 В; 3 – 220 В

Снижение плотности тока при обработке в условиях вакуумметрического давления можно объяснить повышением сопротивления парогазовой оболочки, формирующейся вокруг образца, за счёт увеличения ее толщины. Увеличение толщины парогазовой оболочки вокруг образца связано с уменьшением давления среды и гидростатического давления электролита, действующего на нее.

Существенное снижение плотности тока и удельной мощности, при электролитно-плазменной обработке в условиях вакуумметрического давления, открывает широкие возможности для разработки новых процессов финишной обработки изделий малого сечения и изделий, конструкция которых обладает малой жесткостью. Обработка при низких значениях плотности тока позволяет выполнять качественное полирование и очистку поверхности с сохранением исходной структуры и характеристик материала, без деформации изделий при их монтаже на оснастке, без подгорания и плавления контактной поверхности.

Разумеется, собственник-акционер вправе отказаться от IPO как по объективным, так и по субъективным причинам, но при этом он рискует закрыть своей компании наиболее перспективный путь развития.

Одним из способов организации финансирования инвестиционных проектов, направленных на модернизацию оборудования и создание новых производств, является проектное финансирование. Это специфика, отражающая объективные реалии экономики и существующие страновые, корпоративные и инвестиционные риски. При существующих ограничениях, отсутствии опыта и понимания технологий и опасностей реализации сложных и крупных проектов у бизнеса коммерческие банки просто не могут рисковать, практикуя «чистое» проектное финансирование. Но благодаря повышенному спросу на «длинные» ресурсы, можно ожидать увеличения объема «грязного» проектного финансирования, которое может стать одним из локомотивов обновления и развития производственных предприятий.

Безусловно, расширение активности банковского сектора и снижение процентных ставок является одним из важнейших факторов восстановления инвестиционной активности.

Для расширения возможностей банков по предоставлению долгосрочных кредитов необходимо не только расширение ресурсной базы банков, но также снижение рисков банков за счет предоставления государственных гарантий. Основными препятствиями для предприятий по привлечению долгосрочных источников финансирования являются не только высокие процентные ставки, которые возрастают при увеличении сроков заимствования, но и требования со стороны банков по предоставлению высоколиквидных залогов. Еще одной причиной является нехватка квалифицированных финансовых менеджеров, способных разработать полноценный инвестиционный проект, который сможет заинтересовать потенциальных кредиторов.

В ходе первого народного IPO в Беларуси, которое провел Минский завод игристых вин, было продано ценных бумаг на общую сумму в 3,4 миллиона долларов. За полтора месяца торгов было продано 164,6 тысячи акций Минского завода игристых вин. В результате IPO у завода появилось 858 новых акционеров.

Таким образом, IPO позволяет привлекать на почти безвозвратной основе крупные объемы финансовых ресурсов, которые в перспективе могут быть использованы для развития бизнеса.

Е. С. КЛИМОВА

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

В настоящее время финансирование предприятий находится в неудовлетворительном состоянии из-за недостатка собственных средств для самофинансирования, отсутствия достаточной государственной финансовой поддержки, высокой стоимости и рискованности инноваций, долгосрочного характера окупаемости инновационных проектов и доминирования консервативных инвесторов. Для дальнейшего успешного развития промышленных предприятий необходимо решить две задачи: первая – оптимизировать источники финансирования для развития новых проектов; вторая – научиться отбирать такие инновационные проекты, которые принесут даже в условиях кризиса реальную отдачу.

Один из альтернативных финансовых инструментов предприятия в рыночных условиях – механизм IPO (Initial Public Offer), который позволяет решить проблемы финансирования интенсивного роста, увеличить стоимость бизнеса, благосостояние акционеров, а также приобрести собственников, ориентированных на долгосрочную перспективу. IPO открывает путь к более дешевым источникам капитала за счет повышения уровня публичности компании. Многие отечественные предприятия с иностранным капиталом выходят на IPO по требованию иностранных акционеров, которые стремятся таким образом увеличить прибыль и диверсифицировать риски, связанные с продажей своих акций.

Говоря о неоспоримых преимуществах IPO, следует отметить, что, помимо привлечения капитала, механизм IPO обеспечивает компании-эмитенту целый ряд других уникальных возможностей для дальнейшего развития бизнеса:

- существенно повышает финансовую репутацию эмитента;
- создает условия для более выгодного размещения долговых эмиссионных бумаг, а также для привлечения кредитов под залог акций;
- способствует получению эффективного инструмента оценки текущей рыночной стоимости компании и выгодного механизма операций слияния/поглощения;
- позволяет компании усиливать свой лоббистский потенциал за счет включения в состав акционеров влиятельных финансовых институтов;
- повышает престиж компании как партнера и контрагента при работе с отечественными и иностранными фирмами.

И. А. ПАНКРАТОВ, К. В. ГАВРИЛОВЕЦ

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

Современный уровень развития машиностроительного комплекса характеризуется высокоточным производством, применением прогрессивных и ресурсосберегающих технологий. В таких условиях производства необходимо, в режиме реального времени, качественно и количественно определять характеристики получаемого материала, выдавать заключение о свойствах материалов.

Одним из самых действенных способов повышения эксплуатационных характеристик штамповой оснастки является диффузионное модифицирование поверхностного (рабочего) слоя оснастки.

Технологии упрочнения позволяют формировать модифицированные слои с различной глубиной слоя и свойствами.

При таких условиях производства востребованной становится разработка методик определения модуля упругости модифицированных слоев, как критерия работоспособности оснастки с использованием атомно-силовой микроскопии. Так как она позволяет быстро и качественно проводить анализ характеристик модифицированных слоев.

В данной работе для оценки упругих характеристик модифицированных слоев штамповой стали X12 был использован метод атомно-силовой микроскопии. Модуль упругости искомого слоя определяется из сопоставительного анализа фазового контраста материалов пластин и слоев при атомно-силовом сканировании поперечного микрошлифа образца.

Результаты представляются в виде гистограмм, отражающих зависимость изменения фазы колебаний зонда от опорной частоты колебаний кантилевера (рис. 1).

Из предположения, что упругие характеристики, определяемые в динамическом режиме работы зонда находятся в линейной зависимости от изменения фазы колебания кантилевера, строится сопоставительная гистограмма (рис. 2). Линейная интерполяция между значениями отражающими сдвиг фазы колебания, при сканировании всех исследуемых слоев, позволяет определить модуль упругости искомого материала.

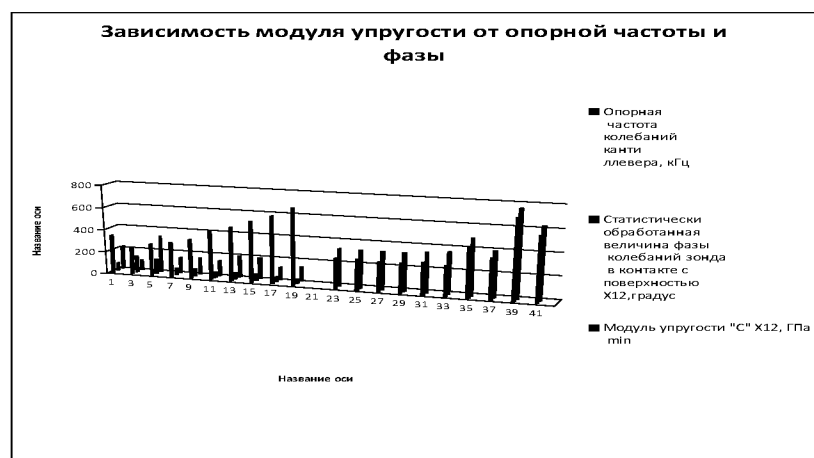


Рис. 1. Зависимость модулей упругости слоев и подложки от опорной частоты и фазы

Практическая апробация методики, проведенная на образце из стали X12, с нанесенными на сопрягаемые поверхности упрочненными слоями С и TiN показала, что модуль упругости С составил порядка 190 ГПа.

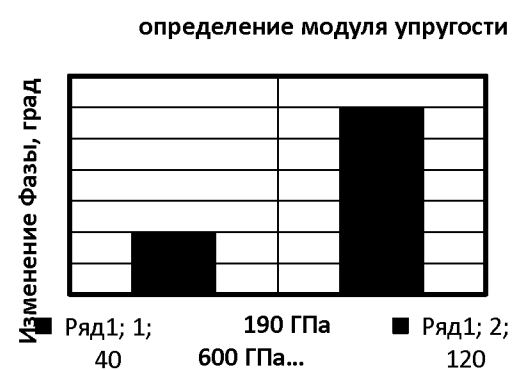


Рис. 2. Сопоставительная гистограмма

В качестве известных характеристик принимали модуль упругости TiN – 600 ГПа и модуль упругости стали X12 – 250 ГПа [1]. Определенное значение С совпадает со справочными данными и подтверждает достоверность результатов, полученных с использованием данного способа. Данные результаты согласовываются с методикой, основанной на статическом индентировании испытываемой поверхности кантильвером, описанной в работе [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Степанкин, И. Н.** К вопросу определения механических свойств модифицированных слоев с помощью атомно-силовой микроскопии / И. Н. Степанкин, И. А. Панкратов, В. С. Максачев // *Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы Междунар. науч.-техн. конф.* – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, апрель 2013 г. – С. 61–62.

2. **Цуан, Я.** Наноиндентирование тонких титаносодержащих углеродных покрытий методом атомно-силовой микроскопии / Я. Цуан, С. А. Чижик // *Трение и износ.* – 2005. – Т. 26. – С. 385–390.

и специалистами разных уровней потребностей в обучении, сегментацией рынка корпоративного обучения и продажи обучения в комплексе с другими услугами, поиском актуальных предметных областей ведения повышения квалификации и переподготовки кадров;

– оценкой потребностей рынка труда в образовательных услугах по профилям, изучением факторов, влияющих на изменение интенсивности и характера спроса;

– поиском реальных инноваций в образовательном процессе, обусловленных его зависимостью от размера компании, ключевых и второстепенных направлений ее деятельности, потенциала накопленного опыта и способности к функционированию на разных стадиях жизненного цикла с учетом тенденции развития макросреды, а также серьезности ситуации и степени неотложности преобразований в области стратегии развития и структуры;

– реализацией дифференцированного подхода к обучению слушателей путем совершенствования методов и средств обучения, применением технологий e-learning;

– организацией и совершенствованием управления образовательным процессом путем его систематизации, применением модульных программ долгосрочного обучения, ролевых игр и бизнес-симуляции, расширением информационно-телекоммуникационной базы обеспечения учебного процесса и т. д.;

– выполнением научно-исследовательских работ в интересах учебного процесса с целью определения для нужд компаний предпочтительной длительности программ, главных направлений обучения и ключевых компетенций, требуемых от работников, а также тенденций современного рынка образовательных услуг;

– развитием малозатратных, но высокоэффективных моделей регулярного персонифицированного повышения квалификации, сочетающего проектную деятельность с логистикой функционирования сетевого обучения в интерактивном режиме и стажировкой на базе лучших практик;

– подготовкой достаточного количества квалифицированных педагогических кадров, работающих на современных принципах оплаты труда работников в зависимости от количества и качества оказанных образовательных услуг;

– анализом других смежных вопросов в регионах Беларуси.

Таким образом, развитие непрерывного университетского образования позволяет формировать современную систему подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров, которая обеспечивает высокую эффективность работы, конкурентную способность и устойчивость, сочетающие перспективное планирование с выявлением реальной потребности предприятий, организаций и учреждений в кадрах, с постоянными корректировками и учетом изменений в структуре производства, состояния рынка, подвижности кадров и их текучести.

С. О. КАМИНСКАЯ, К. С. САМАРЦЕВ, С. Б. САМАРЦЕВ

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

Известно, что непрерывное образование – это обучение, которое осуществляется личностью после получения базового образования или с целью повышения профессиональных компетенций.

Кодекс об образовании Республики Беларусь и государственные образовательные стандарты определили общие требования к структуре и условиям реализации обучающих программ переподготовки, уровню подготовки и компетентности специалиста, что явилось важным шагом в реформировании непрерывного образования. Принятые нормативные документы объединили в единый комплекс формальное, неформальное и информальное образование.

В стране в силу кризисных явлений в экономике, проблем кадрового спроса, возросшей потребности в дополнительных знаниях в различных сферах науки и технологий, новых педагогических технологий, методик и других прикладных аспектов педагогической деятельности существенно усилилась роль университетского непрерывного образования в рамках деятельности таких структур как институты повышения квалификации и переподготовки кадров.

На сегодняшний день наряду с популяризацией и формированием политики в области непрерывного образования университеты участвуют в разработке высоких образовательных стандартов, базирующихся на опережающем знании, внедрении и применении соответствующих инструментов для достижения качественного обучения за счет инноваций, обеспечении условий для обмена опытом, информацией и сотрудничества между участниками и европейскими инстанциями, в том числе в рамках Европейской сети университетов (EUCEN – European Universities Continuing Education Network).

Потребности граждан, общества и рынка труда в качественном образовании удовлетворяются путем создания новых институциональных механизмов регулирования в сфере образования, обновления архитектоники и содержания, развития фундаментальности и практической направленности проектов непрерывного образования.

Университеты, формирующие учебные программы и образовательные модули, занимаются:

– прогнозированием направлений, влияющих на изменение интенсивности и характера спроса, выявлением различия в понимании руководителями

В. М. ПАШКЕВИЧ

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

Норма полноты контакта для зубчатых передач характеризуется суммарным или мгновенным пятном контакта и, как правило, контролируется с помощью относительно субъективного метода нанесения краски на активные боковые поверхности зубьев. Повысить достоверность и производительность технологического контроля, оценивающего норму полноты контакта передачи в сборе, можно на основе использования корреляционных связей высокочастотных составляющих кинематической погрешности передачи.

Показано, что изменение мгновенной точки контакта активных боковых поверхностей зубьев, происходящее многократно за цикл пересопряжения двух зубьев, должно приводить к появлению в спектре кинематической погрешности частот, многократно превышающих зубцовую частоту. В этой связи, контакт зубьев может характеризоваться как показатель «плавности второго порядка», для высокочастотных составляющих кинематической погрешности с номерами

$$k \gg 2z_2, \quad (1)$$

где z_2 – число зубьев ведомого колеса.

По результатам исследований в условиях РУП «Минский тракторный завод» свыше восьмидесяти конических пар главной передачи установлено, что величина относительного суммарного пятна контакта линейно коррелирует со средней геометрической величиной высокочастотных гармоник кинематической погрешности с коэффициентом корреляции, равным 0,97.

Установлено, что такая связь аппроксимируется линейной зависимостью, имеющей вид

$$PK_{\%} = 313 - 3887 \cdot A'_{\sigma}, \quad (2)$$

где $PK_{\%}$ – величина относительного пятна контакта в процентах;

$$A'_{\sigma} = 2 \sqrt{\frac{\sum_{i=k}^n A_i^2}{n}}, \quad (3)$$

$$A_i > \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n A_j. \quad (4)$$

На рис. 1 представлен график такой зависимости

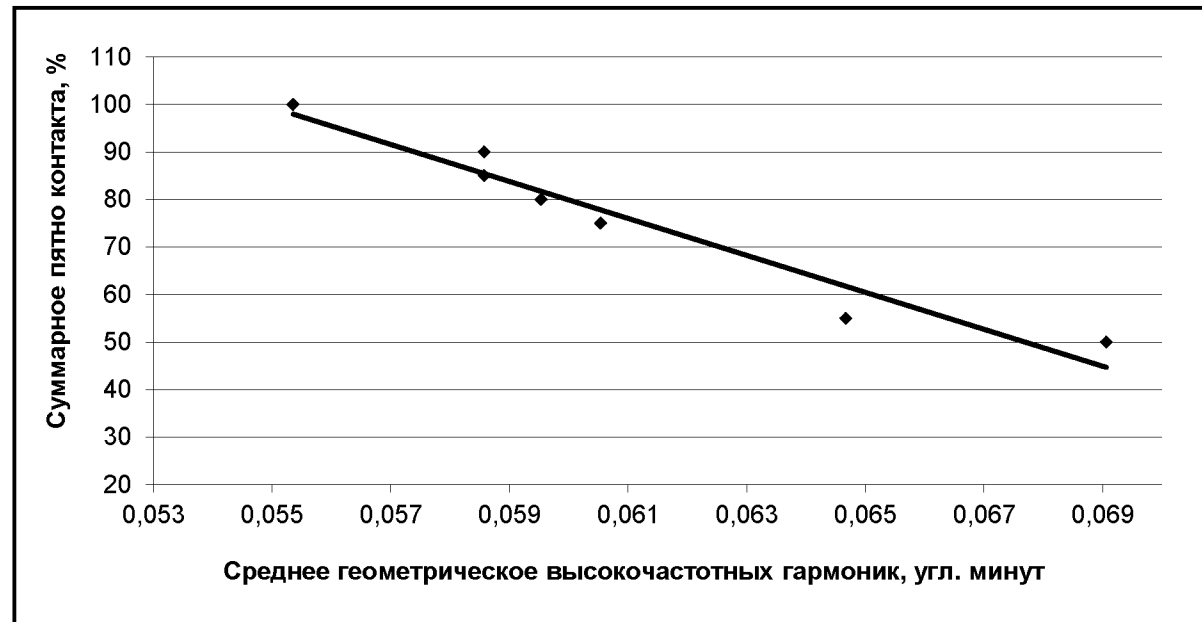


Рис. 1. Зависимость суммарного пятна контакта главной передачи от среднего геометрического высокочастотных гармонических составляющих кинематической погрешности

На основе найденной корреляционной зависимости величина среднего геометрического высокочастотных гармоник была пронормирована для разных степеней полноты контакта N :

$$PK(N) = 0,05' \cdot 1,26^{N-4}, \quad (5)$$

что позволяет свести ее определение к анализу кинематической погрешности передачи в сборе и не учитывать при этом конструктивные особенности передачи.

Приводится описание алгоритмов математической обработки результатов измерений, положенных в основу метода контроля сборки конических передач программно-аппаратным комплексом, не использующим метод нанесения краски на зубья.

в обеспечении экономического роста и увеличении национального дохода страны. Необходимость изменения отношения правительства к образованию на основе этой теории была сформулирована в 1963 г. президентом США Джоном Кеннеди, который отметил, что нация совершает ошибку, если не делает инвестиции в развитие, особенно в образование, т. к. оно обеспечивает рост национального дохода и производительности труда в последующие годы до 40 %. Не случайно в законе о высшем образовании США записано, что высшее образование – основа безопасности, стабильности, экономической жизнеспособности страны.

Специалисты ООН утверждают, что для физических лиц инвестиции в высшее образование могут иметь рентабельность порядка 22,6 %, рассчитанную путем сравнения перспектив частного заработка в будущем с частными затратами на обучение.

Специалисты ОЭСР при оценке эффективности высшего образования для экономики стран сравнивают затраты на получение образования и подоходный налог, удерживаемый с работающих граждан. С учетом того, что размер заработной платы человека, имеющего высшее образование, в странах ЕС на 30–70 % выше, чем у человека, имеющего среднее образование, сумма уплаченного подоходного налога у него значительно выше. Превышение уплаченного подоходного налога, гражданином, имеющим высшее образование, относительно гражданина, не имеющего высшее образование за минусом расходов на получение образования составляет в среднем в странах ЕС 80 тыс. евро за период трудовой деятельности.

Не менее существенно оценивается социальный эффект инвестиций в образование: они ведут к снижению преступности, уменьшению социального, имущественного неравенства, соблюдению законности, т. е. в конечном счете являются стимулом качественного развития общества. Как следствие, образованность граждан выступают одной из трех составляющих Индекса развития человека, принятого ООН.

УДК 338.24.01:378

О СПОСОБАХ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

А. В. КАЗАНСКИЙ

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

Безусловно, сегодня возможности экстенсивного развития экономик большинства стран исчерпаны, поэтому свое будущее государства отождествляют с инновационным развитием, которое можно определить как процесс, объединяющий науку, технику, экономику, предпринимательство и эффективное управление. Исходя из этих соображений, приоритет экономики государства можно выразить следующим образом – «человек – инновации – благосостояние». В современном понимании инновационное развитие – это получение новых знаний о человеке, природе, обществе, технике и их коммерческое использование для производства новой конкурентоспособной продукции, технологий, механизмов управления с целью экономического, социального, экологического эффекта. Естественно возникают вопросы: что запустит механизм инновационного развития и что будет его стимулировать; кто будет осваивать и развивать современные технологии; в каком направлении для развития национальной экономики государству необходимо сосредоточить усилия и инвестиции?

Как известно, для мирового сообщества эти вопросы не новы. Ответы на них содержит теория человеческого капитала, которая возникла в США в конце 60-х – начале 80-х гг. XX в. и получила всеобщее научное признание. С позиции данной теории доходы человека не являются милостью нанимателя, государства, человек может значительно увеличить свои доходы, приняв решение об инвестировании средств в свое образование и профессиональную подготовку, здоровье, культуру, тем самым, формируя и умножая свой человеческий капитал. Умножение человеческого капитала большинством граждан страны позволяет увеличить долю инновационных технологий в экономике страны, повысить ее конкурентоспособность, увеличить экспорт высокотехнологичной продукции, что способствует значительному росту ВВП. Расчеты по определению эффективности финансирования образования в США, проведенные одним из авторов теории человеческого капитала Теодором Шульцем, доказывали, что только образование обеспечило с 1929 по 1957 гг. увеличение национального дохода на 21 %. Эдвард Денисон применил данный метод исследования для некоторых стран Западной Европы и показал, что образование обеспечило увеличение национального дохода в них в 1950–1962 гг. на 6–14 %. Из этого следует, что с экономических позиций такие вложения выгодны не только человеку, но и играют важную роль

УДК 621.992

АВТОМАТИЗИЦИЯ ТОПОЛОГИЧЕСКОГО СИНТЕЗА
УЗЛОВ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

А. Н. РЯЗАНЦЕВ, И. А. ЛАХОДЫНОВА

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

При проектировании современных автоматизированных машиностроительных производств и технологических процессов изготовления изделий все более широко используется 3-D моделирование различных объектов, начиная с производственного оборудования и заканчивая элементами технологической оснастки.

Трехмерные модели станочной технологической оснастки используются при решении многих задач технологической подготовки производства. Например, при проектировании конструкций станочных приспособлений, конечно-элементном анализе деформаций и напряжений установочных, зажимных элементов с целью определения погрешностей обработки, при программировании металлорежущих станков с ЧПУ в среде САМ-систем для исключения столкновений инструмента с элементами оснастки, в системах off-line программирования роботизированных технологических комплексов, таких как RobotStudio, Kuka Sim, RobotWorx и др.

В современных САД-системах Компас-3D, T-Flex имеются библиотеки программ 2D и 3D геометрического моделирования деталей станочных приспособлений, которые охватывают около 160 стандартов. Использование этих библиотек позволяет автоматизировать решение задач геометрического синтеза отдельных стандартных деталей, что существенно сокращает затраты времени на создание 3-D моделей конструкций станочных приспособлений. Но, создание полной 3-D модели станочного приспособления, даже включающего большое количество стандартных деталей, требует все еще достаточно больших затрат времени специалиста.

Существенное повышение уровня автоматизации проектирования станочных приспособлений средствами САД-систем может быть обеспечено за счет автоматизации решения задач топологического синтеза.

Топологический синтез станочных приспособлений, в общем случае, предполагает решение трех задач: задачи разбиения, задачи компоновки и задачи размещения.

Для решения задачи разбиения топологического синтеза создана классификация узлов, состоящих из стандартных деталей. Разработанный классификатор узлов отражает наиболее часто используемый типовой состав установочных, направляющих и зажимных элементов станочных приспособлений, находящихся в иерархическом подчинении.

Помимо решения задачи разбиения, созданная классификация позволила эффективно решить задачу компоновки, которая заключалась в определении допустимого сочетания отдельных стандартных деталей ограниченного их присоединительными размерами.

Для решения задачи компоновки разработана информационно-логическая модель базы данных, которая отражает существующие иерархические и размерные связи между отдельными деталями, входящими в типовой сборочный узел. На основе разработанной информационно-логической модели создана база данных стандартных геометрических параметров установочных, направляющих и зажимных элементов станочных приспособлений.

Задача размещения, связанная с определением пространственного расположения различных элементов конструкции станочного приспособления с учетом существующих ограничений, решена путем выявления характерных размерных связей в типовом узле и его размерных связей с обрабатываемой заготовкой, устанавливаемой в станочном приспособлении.

На основе разработанной методики создано программное обеспечение для комплексного решения задачи топологического синтеза универсально-сборных приспособлений, используемых для автоматизации загрузки многоцелевых обрабатывающих центров.

На рис. 1 приведен пример автоматического топологического синтеза трехмерной монтажной схемы паллеты многоцелевого обрабатывающего центра.

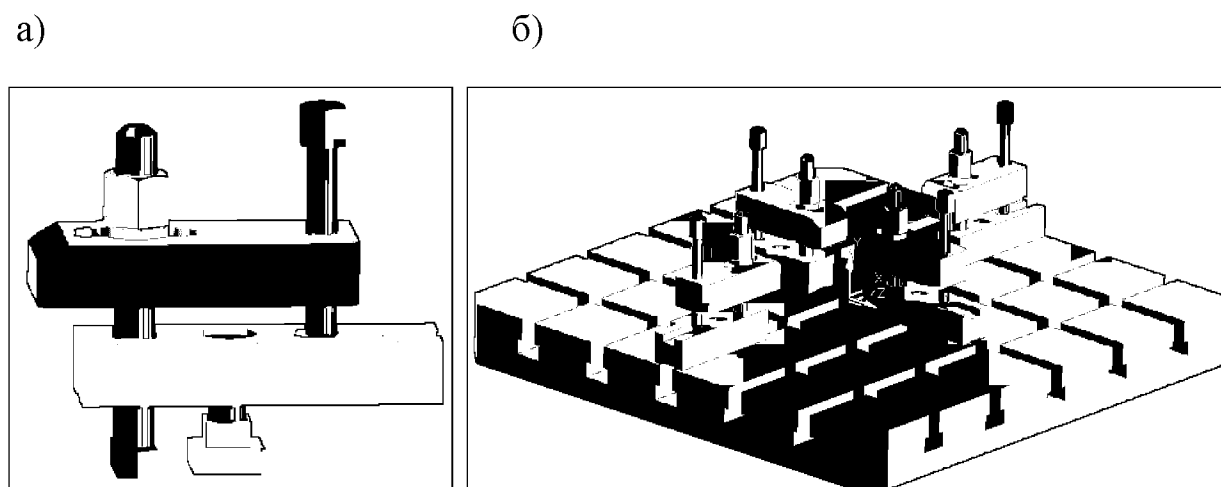


Рис. 1. Основные этапы топологического синтеза трехмерной монтажной схемы паллеты многоцелевого обрабатывающего центра: а – компоновка типового сборочного узла элемента закрепления; б – размещение элементов закрепления по типовой схеме размерных связей

Разработанное методическое, информационное и программное обеспечение позволяет в десятки раз сократить затраты времени на проектирование станочных приспособлений в среде современных CAD-систем.

Следовательно, в финансовой отчетности, составленной в соответствии с МСФО, «гудвилл» должен отражаться по статье «Нематериальные активы».

Таким образом, одна и та же экономическая категория (по сути один и тот же актив организации) по-разному понимаются международным и национальным бухгалтерским сообществом (или разработчиками стандартов) и будут по-разному отражаться в отчетности по национальным и международным стандартам.

Согласно п.2 статьи 17 Закона Республики Беларусь «О бухгалтерском учете и отчетности» от 12 июля 2013 г. № 57-3 «Общественно значимые организации (за исключением банков) обязаны составлять за 2016 год и последующие годы годовую консолидированную отчетность в соответствии с МСФО в официальной денежной единице Республики Беларусь».

Следовательно в консолидированной отчетности общественно значимых организаций Республики Беларусь актив «гудвилл» начиная с 2016 г. будет отражен в составе нематериальных активов. В консолидированной отчетности других организаций, обязанных ее составлять (их перечень значительно шире общественно значимых), «гудвилл» должен быть отражен отдельной строкой в составе долгосрочных активов. Данная разновариантность отражения в консолидированной отчетности актива одного вида не имеет, по нашему мнению, объективных оснований, создает неудобства для пользователей и может привести к ошибкам при оценке результатов деятельности. По мнению автора, следует установить в национальном законодательстве унифицированный с МСФО способ отражения в отчетности категории «гудвилл».

УДК 338.24:004.41/42
К ВОПРОСУ ОТРАЖЕНИЯ В КОНСОЛИДИРОВАННОЙ ОТЧЕТНОСТИ
КАТЕГОРИИ «ГУДВИЛЛ»

А. С. ЗУБКОВ

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

Национальный стандарт бухгалтерского учета и отчетности "Консолидированная бухгалтерская отчетность", утвержденный Постановлением Министерства финансов Республики Беларусь 30.06.2014 N 46, в пункте 2 содержит определение термина деловая репутация (гудвилл) для целей указанного стандарта. Это возникающий у материнского предприятия на дату приобретения актив в сумме превышения стоимости долгосрочных финансовых вложений материнского предприятия в уставный фонд дочернего или ассоциированного предприятия над стоимостью доли собственного капитала дочернего или ассоциированного предприятия, принадлежащей материнскому предприятию.

Пункт 13 Стандарта № 46 содержит порядок отражения в отчетности указанного актива: «сумма гудвилла, возникшего на дату приобретения (без учета стоимости товарных знаков и знаков обслуживания, возникших на дату приобретения), отражается отдельной статьей в составе долгосрочных активов».

Данный подход соответствует другим нормативным правовым актам в отношении активов этого вида. Так, Инструкция по бухгалтерскому учету нематериальных активов, утвержденная Постановлением Министерства финансов Республики Беларусь от 30.04.2012 № 25 содержит указание (пункт 3), что она не применяется в отношении ... деловой репутации (гудвилла).

Отсюда следует, что согласно белорусскому законодательству «гудвилл» не входит в состав нематериальных активов и в консолидированной бухгалтерской отчетности (балансе) должен отражаться отдельной статьей.

Международный стандарт финансовой отчетности (МСФО) IAS 38 «Нематериальные активы» (в редакции от 2004 г.) предусматривает отражение величины «гудвилл» в составе данных активов купленного предприятия (если новый собственник сохранил ему статус юридического лица) или в составе нематериальных активов нового собственника (если он лишил купленное предприятие указанного статуса). Аналогичные нормы содержит и законодательство Российской Федерации, изложенные в Положении по бухгалтерскому учету «Учет нематериальных активов» 14/2007, утверждённое Минфином Российской Федерации приказом от 27.12.2007г. № 153н.

УДК 621.785.532
ВЛИЯНИЕ СРЕДЫ ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ НА АЗОТИРУЕМЫЙ СЛОЙ
СТАЛЕЙ

С. А. САХАНЬКО, Н. Н. РУЛЬКО, М. В. НЕРОДА

Учреждение образования
«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Барановичи, Беларусь

Ионно-плазменное азотирование (ИПА) – метод химико-термической обработки изделий из стали и чугуна с большими технологическими возможностями, позволяющий получать диффузионные слои нужного состава путем использования разных газовых сред, т.е. процесс диффузионного насыщения управляем и может быть оптимизирован в зависимости от конкретных требований к глубине слоя и твердости поверхности.

В результате ИПА можно улучшить следующие характеристики изделий: износостойкость, усталостную выносливость, антизадирные свойства, теплостойкость и коррозионную стойкость.

Эксперименты проводили на универсальной полупромышленной установке ионного азотирования дверного типа (рис. 1), установленную в лаборатории инженерного факультета. В качестве рабочего газа использовалась смесь азота, аргона и водорода. Образцы были выбраны из сталей 38Х2МЮА, 40Х, 18ХГТ применяемых для изготовления нагруженных шестерней, валов.

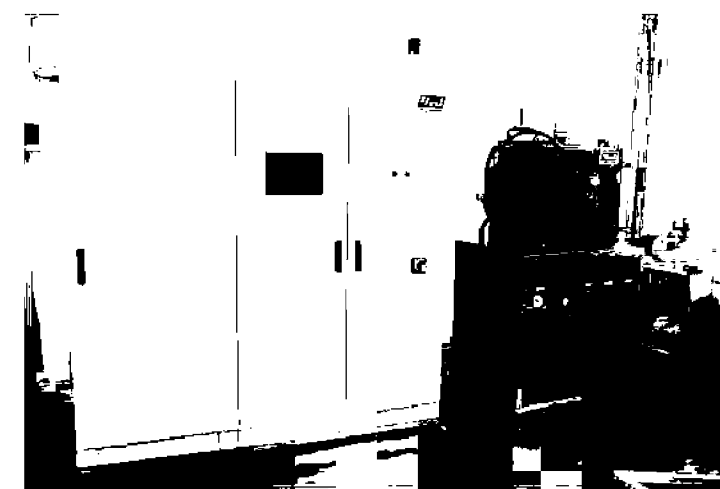


Рис. 1. Универсальная полупромышленная установка ионного азотирования дверного типа

Толщина азотированного слоя определялась методом травления прямого микрошлифа. Замеры распределения микротвердости по глубине азотированного слоя проводились на косых шлифах. Эффективная толщина слоя

определялась по кривой распределения твердости до значения твердости неазотированного материала.

В работе были проведены исследования влияния состава рабочих газов на процесс азотирования и микротвердость поверхности образцов из сталей 38Х2МЮА, 40Х, 18ХГТ. При проведении эксперимента в качестве рабочих газов использовалась смесь азота, аргона и водорода (N_2 50 %, Ar 45 %, H_2 5 %). Технологический режим $P = 100$ Па; напряжение горение разряда $U = 500$ В; ток разряда $I = 500$ мА, плотность тока разряда $j = 15$ мА/см². Температура обрабатываемых образцов составляла $T = 550$ С°, а длительность азотирования $t = 8$ часов.

В результате проведенных исследований для стали 38Х2МЮА были получены следующие результаты:

- глубина слоя 0,25–0,30 мм;
- хрупкость слоя 1 балл (нехрупкий);
- микроструктура слоя $\alpha + \gamma'$ + карбиды + нитриды (зона внутреннего азотирования);
- твердость 1049–1145 HV5.

Для стали 40Х получены следующие результаты:

- глубина слоя 0,20–0,24 мм;
- хрупкость слоя 1 балл (нехрупкий);
- микроструктура слоя $\alpha + \gamma'$ + карбиды + нитриды (зона внутреннего азотирования);
- твердость 532–603 HV5.

Для стали 18ХГТ получены следующие результаты:

- глубина слоя 0,20–0,25 мм;
- хрупкость слоя 1 балл (нехрупкий);
- микроструктура слоя $\alpha + \gamma'$ + карбиды + нитриды (зона внутреннего азотирования);
- твердость 666–726 HV5.

рикатов и т.п. в натуральном выражении), трудовыми (потери рабочего времени), то возникает проблема их сопоставления. Эту проблему можно решить, используя элементы метода анализа иерархий. Опираясь на данные о потерях, возникающих при наступлении неблагоприятного события, эксперт или ЛПР заполняет матрицы парных сравнений для каждой группы рисков и определяет вес каждого фактора риска, который соответствует его влиянию на проект.

На четвертом этапе производится оценка каждой группы факторов риска путем расчета взвешенного среднеарифметического значения вероятностей наступления факторов риска, входящих в оцениваемую группу. В результате для каждой группы будет сформирована оценка, принимающая значения от нуля до единицы, так как вероятности и веса факторов риска задаются в этих же пределах. Чем ближе к нулю оценка группы факторов, тем меньше рисков связано с этой группой. Если же оценка группы факторов риска близка к единице, значит, эта группа вносит в проект очень значительный риск.

Оценки групп факторов риска помогают ЛПР выявить наиболее существенные факторы риска, требующие повышенного внимания. Для этих факторов ещё на стадии проектирования необходимо разрабатывать мероприятия по снижению или устранению их неблагоприятного влияния на инвестиционный проект.

При необходимости по данной методике можно оценивать степень риска по инвестиционному проекту в целом. Для этого нужно определить вес каждой группы факторов риска с помощью матриц парных сравнений. Для заполнения матриц можно опираться на данные об общей сумме потерь по группе факторов риска, либо использовать суждения экспертов о важности той или иной группы факторов для проекта.

Обобщённая оценка рисков по проекту может быть получена путем расчета взвешенного среднеарифметического значения оценок каждой группы факторов риска, полученных на четвертом этапе. Она также будет принимать значения от нуля до единицы. Чем выше оценка, тем более рискованным является инвестиционный проект. Используя обобщенную оценку рисков, ЛПР может обоснованно выбирать наименее рискованный вариант инвестиционного проекта.

Е. С. ЖЕСТКОВА

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

В современных экономических условиях одним из наиболее важных аспектов функционирования любого предприятия является инвестиционная деятельность. Для принятия эффективных управленческих решений при выборе и реализации инвестиционного проекта необходимо проведение анализа и оценки рисков, связанных с тем или иным проектом.

В процессе оценки рисков инвестиционного проекта лицо, принимающее решение (ЛПР), должно рассмотреть и оценить большое количество разнообразных показателей, характеризующих технические, экономические, экологические, социальные аспекты проекта. В иерархии этих показателей могут содержаться как качественные, так и количественные показатели. Чтобы адекватно учесть все эти показатели, следует использовать такие методы, как теория нечетких множеств и метод анализа иерархий. Для оценки рисков инвестиционного проекта можно применить предлагаемую ниже методику.

На первом этапе процесса оценки риска инвестиционного проекта целесообразно произвести группировку факторов риска по каким-либо признакам. Например, можно выделить такие группы рисков как:

- технические (новизна технологии, степень изношенности оборудования, нехватка производственных мощностей для удовлетворения спроса и т.д.);
- экономические (рост цен на сырье, снижение спроса, неплатёжеспособность потребителей, действия конкурентов, рост налогов, нехватка средств и т.д.);
- экологические (утилизация отходов производства, выбросы в атмосферу и воду и т.д.);
- социальные (недостаточная квалификация персонала, отношения в коллективе и т.д.).

На втором этапе производится оценка каждого фактора риска в инвестиционном проекте, для чего определяется вероятность наступления неблагоприятного события. Вероятность может быть определена на базе имеющихся статистических данных или с применением суждений эксперта.

На третьем этапе производится определение степени влияния каждого фактора риска на проект. Для этого оценивается величина потерь, возникающих при наступлении неблагоприятного события. Так как потери могут быть не только финансовыми, но и материальными (потери сырья, полуфаб-

Д. М. СВИРЕПА, А. М. ДОВГАЛЕВ, А. С. СЕМЕНОВА,
О. Н. ЮХНОВЕЦ

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

Для реализации способа магнитно-динамического упрочнения спроектирован и изготовлен ряд магнитно-динамических раскатников.

На рис. 1 представлен многосекционный, легко переналаживаемый раскатник, обеспечивающий магнитно-динамическое раскатывание внутренних поверхностей цилиндров с высокой производительностью.

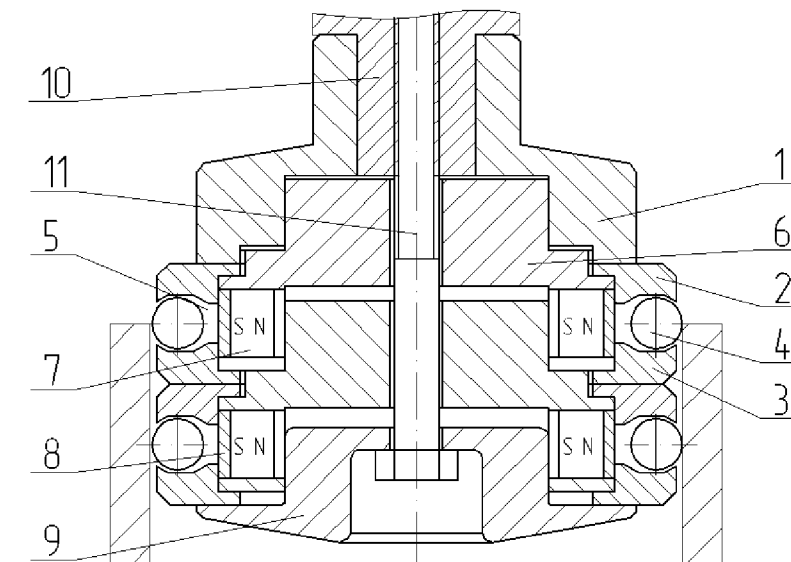


Рис. 1. Многосекционный магнитно-динамический раскатник

Главными элементами инструмента являются: корпус 1; диски 2, 3; деформирующие шары 4; кольцевая камера 5; секции, содержащие магнитную систему в виде обоймы 6 с цилиндрическими постоянными магнитами 7 и магнитопроводными вставками 8. Для закрепления инструмента на шпинделе станка предусмотрен стакан 9, оправка 10 и винт 11.

Количество секций инструмента принимают равным отношению длины обрабатываемого цилиндра к расстоянию между смежными рядами деформирующих шаров. Это позволяет многократно уменьшить длину рабочего хода, и тем самым, повысить производительность упрочняющей обработки.

УДК 735.29.(32)

ПОЛУЧЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ТОПЛИВА ПУТЕМ
ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ПИРОЛИЗА БУРОГО УГЛЯ

В. А. ТАРАНОВ, Е. А. СОЛОВЬЕВ, В. В. БУХТОЯРОВ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Красноярск, Россия

Каменные и бурые угли, мировые запасы которых существенно выше, чем нефти и газа, рассматриваются в перспективе в качестве основных видов сырья для производства моторных топлив и продуктов органического синтеза [1]. Таким образом, именно угли должны обеспечить плавный переход от ископаемого органического сырья к новым источникам энергии – солнечной, ядерной и другим, малодоступным пока человечеству. Так же серьезной экологической проблемой являются отходы сжигания угля. Видится, что приоритетным направлением использования угля является его переработка в синтетическое жидкое топливо (СЖТ), а не сжигание. Выбросы вредных веществ, при использовании таких топлив значительно ниже, чем в случае сжигания угля. В настоящее время известен ряд способов термохимической переработки твердых горючих ископаемых с целью получения жидких продуктов. Одним из перспективных является газификация с последующим синтезом СЖТ в энерготехнологических установках комбинированного получения СЖТ и электроэнергии. Интерес к технологии обусловлен высокой производительностью процесса получения СЖТ, достаточной экологической чистотой этого процесса [2]. Побочные продукты газификации (азот, сера, шлак) востребованы в металлургических и химических производствах.

Для реализации процесса высокоскоростного пиролиза бурого угля с получением синтетического топлива предлагается следующая схема, приведенная на рис. 1. Бурый уголь подается на мельницу 1, где измельчается до состояния 15–250 мкм. После этого угольная пыль поступает в смеситель 2, где смешивается с низкокипящим остатком из блока конденсации 12, превращаясь в угольную пасту. Затем угольная паста подогревается в теплообменнике 3, для поддержания жидкотекучего состояния, после чего подается в реактор пиролиза 4. В реактор так же подается нагретый генераторный газ под давлением из газгольдера 9, который создает вихревой поток внутри реактора, тем самым обеспечивая процесс высокоскоростного пиролиза бурого угля. Нагрев стенок реактора 4 до температуры пиролиза (600–700 °С) осуществляется дымовыми газами, поступающими из газового котла 5.

первичных торговых и инвестиционных эффектов от снятия в 2011 г. торговых барьеров между его участниками.

Второй: единая валютная зона нуждается в подготовке надежного фундамента в виде эффективного согласования макроэкономических политик. Согласно ст. 64 Договора о ЕАЭС, государства-члены разрабатывают и проводят согласованную валютную политику. Создание валютного союза, то есть такого уровня интеграции, когда создается единый эмиссионный центр и вводится единая валюта, договор не предусматривает.

По поводу формирования подходов к валютной интеграции, в том числе к перспективе валютного союза, членами ЕАЭС принято решение продолжить обсуждение после вступления в силу договора с 1 января 2015 г. Помимо уполномоченных органов ЕАЭС для обсуждения вопросов и задач по интеграции в валютной сфере планируется создать консультативный совет, в который войдут главы центральных банков государств-участников ЕАЭС. Сначала эффективное согласование макроэкономических политик и использование национальных валют в расчетах и только потом единая валюта.

На сегодняшний день евразийские партнеры пока не готовы к единой валюте. К ней нужно продвигаться последовательно – через эффективную координацию макроэкономических политик и широкое использование национальных валют во взаимных расчетах.

Резкое обесценение российского рубля, создало "реальную угрозу коллапса белорусской экономики". Существенно подешевела белорусская валюта, а инфляция подбирается к 23 %. Практически неизбежен секвестр бюджета на 2015 г., рассчитанного на курс 43 российских рубля за доллар и цену нефти 83 доллара за баррель. Под вопросом запланированные на 2015 г. выплаты по внешнему долгу и снижение инфляции до 12 %.

Беларусь фактически восстановила таможенный досмотр на границе с Россией, усилила валютный контроль, добилась от России перезаключения контрактов на поставку продовольствия с рублей в доллары и евро.

Эти меры, по мнению российских экспертов, в сочетании с очередным снижением на 9 % цен на российский газ и возможным предоставлением Беларуси нового кредита могут смягчить негативные последствия для белорусской экономики.

УДК 338
 НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ВАЛЮТНОЙ ИНТЕГРАЦИИ БЕЛАРУСИ:
 ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

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

Международная экономическая интеграция относится к наиболее сложным и противоречивым процессам современных международных экономических отношений. Наиболее завершенным примером интеграционного объединения является Европейский союз, который прошел все классические стадии международной экономической интеграции: от зоны свободной торговли до экономического и валютного союза. 12 стран ЕС перешли на единую валюту – евро.

Существуют различные взгляды на проблему валютной интеграции Беларуси и России. Вместе с тем их сближает общее мнение, что эти действия должны быть продуманными, экономически и политически выверенными, осуществляться на основе равноправия и взаимной выгоды.

Прямым результатом интеграционных процессов в рамках союзного строительства стал выход на самый высокий в СНГ уровень взаимодействия. Правовую базу двусторонних отношений составляют более 160 межгосударственных и межправительственных договоров и соглашений. Многосторонние соглашения о сотрудничестве связывают наши страны в рамках СНГ, ЕврАзЭС и ОДКБ.

По оценкам экспертов РАН, на евразийском направлении в 2014 г. складывалась двойственная ситуация. С одной стороны, интеграция развивалась. В мае 2014 г. в Астане был подписан Договор, и с 1 января 2015 г. начал функционировать Евразийский экономический союз (ЕАЭС). При этом полная реализация Договора о ЕАЭС займет несколько лет. На весеннем саммите ЕАЭС в Минске говорилось, что это произойдет в 2025 г., когда будет создан единый рынок нефтепродуктов.

При развитии евразийской экономической интеграции целесообразно учитывать опыт других успешно функционирующих таможенных и экономических союзов, не только Евросоюза, но и таких, как МЕРКОСУР, НАФТА, Южноафриканский таможенный союз.

ЕАЭС должен извлечь из работы Евросоюза и других интеграционных объединений несколько уроков.

Первый: положительный результат интеграции основан прежде всего на реальных экономических эффектах. С момента создания Россией, Казахстаном и Беларусью Таможенного союза прошло три года. Первичные торговые эффекты были значительными. Сегодня, однако, мы отмечаем исчерпание

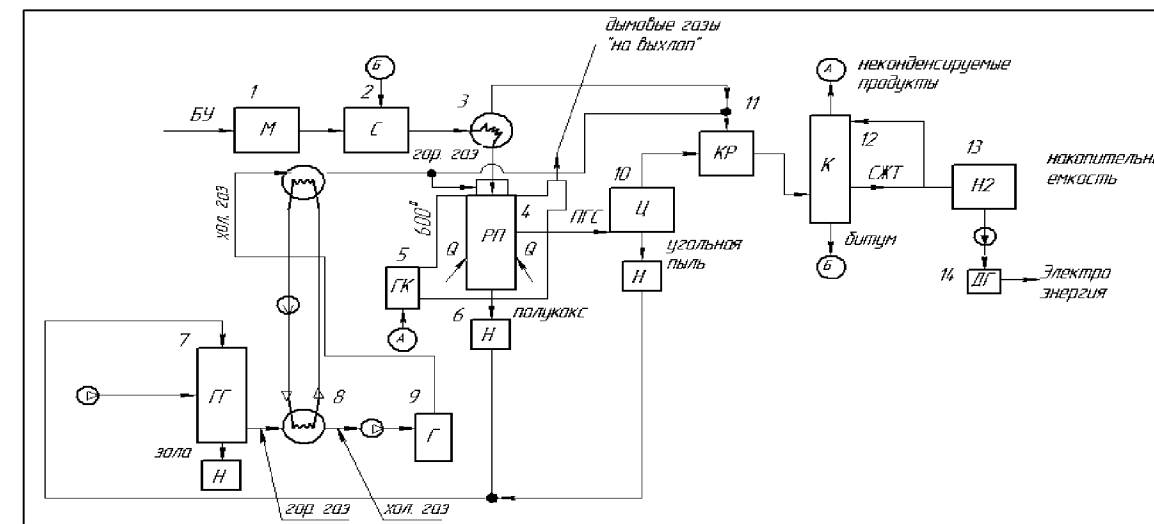


Рис. 1. Схема процесса высокоскоростного пиролиза бурого угля с получением синтетического топлива

Полужоакс, образующийся в реакторе как побочный продукт пиролиза, накапливается в накопителе 6, после чего подвергается газификации в газификаторе 7, газ которого предварительно охлаждается в теплообменнике 8 и накапливается в газгольдере 9. Газификатор 7 предназначен для выработки газа носителя для реактора пиролиза и продувки, обеспечивает поступление водорода в реакционную смесь с целью повышения светлых фракций. Образовавшаяся в результате высокоскоростного пиролиза парогазовая смесь из реактора 4 поступает в горячий циклон 10, где сепарируются твердые примеси. После этого насыщенный газ поступает в каталитический реактор 12 для повышения светлых фракций в конденсируемых продуктах пиролиза путем осуществления реакции каталитического гидрирования. Катализатором будет являться оксид Fe, Zn, Cu. Неконденсируемые продукты пиролиза утилизируются в газовом котле 5 для поддержания тепла Q реактора. Теплообменник 14 используется для подогрева газа носителя перед подачей в реактор. Таким образом, предлагаемая схема обеспечивает эффективную переработку бурого угля, древесных отходов с получением ценного продукта СЖТ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уилсон, К. Л. Уголь – "мост в будущее" / К. Л. Уилсон. – М. : Недра – 1985. – 496 с.
2. Скрипченко, О. В. Оптимизационные исследования энерготехнологического производства синтетических жидких топлив и электроэнергии из угля с системой очистки продуктов газификации / О. В. Скрипченко, Э. А. Тюрина // Изв. Томского политехн. ун-та. – 2012. – Т. 321. – №. 4.

УДК 621.9.012.3
ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ВНУТРЕННИХ УГЛОВ НА ФРЕЗЕРНЫХ
СТАНКАХ С ЧПУ

А. М. ФЕДОРЕНКО

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

Для обработки внутренних углов концевыми фрезами следует быть особенно осторожным при расчете дуги контакта инструмента и при выборе оптимальной подачи. В случае фрезерования внутреннего угла, длина дуги контакта инструмента увеличивается, что накладывает дополнительные требования на режущую кромку. Зачастую обработка углов вызывает вибрации и снижает стабильность процесса фрезерования в целом. Следствием колебания направлений сил резания является «недорез» в углах. Существует также риск выкрашивания режущей кромки или даже поломка инструмента.

Одним из решений указанной проблемы является снижение подачи до 30 % при приближении к углу, что особенно важно в условиях фрезерования на большой скорости. В связи с отсутствием подробной информации о степени снижения подачи, о расстоянии на котором следует снижать подачу, а так же о характере снижения подачи, была поставлена цель исследовать силовые и мощностные показатели процесса фрезерования внутренних углов.

С целью выявления выше указанных особенностей обработки была разработана программа для ПЭВМ в среде Excel с использованием VBA. Программа выполняет расчет режимов резания для переходов фрезерной обработки концевым инструментом.

Исследования проводились в следующих условиях: материал заготовки сталь 40X; режущий инструмент – фреза концевая диаметром 20 мм; длина режущей части – 38 мм; число зубьев – 6; материал режущей части P6M5.

В результате проведенных исследований установлено, что при обработке углов, при вышеуказанных исходных параметрах, наблюдается увеличение силы резания, крутящего момента и мощности резания в 7–20 раз (в зависимости от условий обработки); в наиболее тяжелых условиях оказывается инструмент при снятии небольших припусков (до 1–2 мм). Решение о снижении подачи до 30 % носит неоднозначный характер: при изменении припуска от 0,2 до 3 мм несколько улучшается ситуация, однако, не решается поставленная задачи (рост силы резания до 10 раз); в диапазоне припусков 3–8 мм обеспечиваются значения силы резания на приемлемом уровне; при припусках свыше 8 мм процесс носит избыточный характер.

приятия: производственную, экономическую, социальную и экологическую устойчивость. Это позволяет обеспечить проведение наиболее полного анализа устойчивости предприятия, необходимого для разработки инновационных мероприятий по достижению устойчивости развития.

В табл. 1 представлено влияние инновационной деятельности на компоненты устойчивого развития предприятия.

Табл. 1 Влияние инновационной деятельности на компоненты устойчивого развития предприятия

Виды инновационной деятельности	Характеристика инноваций	Влияние инноваций деятельности на устойчивость:			
		экономическую	производственную	экологическую	социальную
Технологические инновации	Направлены на создание и освоение в производстве новой продукции, технологии, модернизацию оборудования, реконструкцию зданий и сооружений	++	+	+	-
Производственные инновации	Ориентированы на расширение производственных мощностей, диверсификацию производственной деятельности, совершенствование организации производства и труда	+	++	+	+
Экономические инновации	Связаны с изменением методов планирования производственной деятельности, а также мотивации персонала предприятия	+	-	-	+
Коммерческие инновации	Направлены на целевые изменения сбытовой деятельности	+	-	-	-
Социальные инновации	Связаны с улучшением условий труда	+	-	-	+
Инновации в области управления	Направлены на улучшение организационной структуры, методов принятия решений	+	+	-	+

Обозначение: ++ - сильное влияние на устойчивость предприятия;
+ - незначительное влияние; - - отсутствие влияния

УДК 338.27
РОЛЬ ИННОВАЦИЙ В УСТОЙЧИВОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

О. О. ГАПЕЕВА-СЕРГЕЙЧИК, С. М. КАРАНЕВИЧ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Под инновацией понимается не только внедрение нового продукта на рынок, но такие нововведения, как: технологически новые или технологически усовершенствованные виды продукции (продуктовые инновации); новые или улучшенные услуги (инновации услуг); новые или улучшенные производственные процессы и технологии (процессные и технологические инновации); измененные социальные отношения на предприятии (социальные или кадровые инновации); новые или улучшенные производственные системы (структурные инновации).

Необходимость инноваций диктуется не только угрозой устаревания существующих продуктов, но и постоянными изменениями внешней среды. В результате трансформации среды возникают как новые потребности, так и новые знания и способы удовлетворения этих потребностей. Все ускоряющиеся темпы изменения мира – появление новых технологий, смена предпочтений и вкусов потребителей, ужесточение конкуренции – определяют сокращение жизненного цикла товара. Предприятия, не способные модернизировать производство, рано или поздно уступают место на рынке передовым организациям.

Инновации в таких условиях – залог успешного развития предприятия, повышения эффективности его производственно-сбытовой деятельности. Кроме того, инновации имеют решающее значение для поддержания и повышения уровня доходности. В результате конкурентной борьбы показатели рентабельности даже нового продукта довольно быстро начинают снижаться. Модернизация продукта и расширение специализации позволяет в лучшем случае поддерживать уровень прибыли, а действительно значительный доход приносят только по-настоящему новаторские товары.

Система новаторских рычагов включает снижение затрат, создание условий для дальнейших инноваций, развитие предприятия, высокие прибыли, повышение точности рыночных прогнозов.

Инновации в области планирования и проектирования продукта сокращают время новой разработки, что позволяет снизить расходы на развитие и накладные расходы, ограничить продолжительность конструкторской разработки.

При проведении инновационной деятельности на предприятии необходимо ориентироваться на основные компоненты устойчивого развития пред-

УДК 621.914.2:669
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОДИФИЦИРОВАНИЯ
МАТЕРИАЛОВ ПЛАЗМОЙ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА

В. М. ШЕМЕНКОВ, О. В. ОБИДИНА, Ф. М. ТРУХАЧЕВ,
*А. Л. ШЕМЕНКОВА, М. А. БЕЛАЯ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
*ОАО «МОГИЛЕВЛИФТМАШ»
Могилев, Беларусь

В Белорусско-Российском университете на протяжении многих лет проводятся исследования по установлению влияния тлеющего разряда низкого давления на эксплуатационные характеристики различных материалов.

Учеными университета накоплен большой объем информации по влиянию таких технологических параметров обработки в плазме тлеющего разряда, как напряжение горения разряда, плотность тока, время обработки, давление в рабочей камере и межэлектродное расстояние на износостойкость и твердость обрабатываемого материала.

Однако механизмы формирования глубокого модифицированного слоя и изменения морфологии обрабатываемой поверхности в полной мере не выяснены.

Стоит отметить, что в плазме коллективные процессы играют весьма важную роль. Среди большого числа волновых и колебательных мод плазмы особого внимания заслуживают низкочастотные колебания тока в тлеющем разряде и, связанные с ними, процессы модификации вещества катода.

Так при подключении осциллографа в схему двухполупериодного выпрямителя, являющегося источником питания тлеющего разряда, наблюдались колебания с частотой 40...100 кГц в определенной фазе каждого периода выпрямленного тока.

Природа этих колебаний, по-видимому, связана с гистерезисным характером перехода между таунсендовским и тлеющим разрядом.

Проведенные исследования дают право предполагать, что ионный поток на катод при развитии колебаний приобретает импульсный характер. При этом растет максимальная кинетическая энергия ионов, от которой зависит глубина модификации поверхности. С другой стороны, возможно, наблюдаемый эффект связан с эффектом ионно-звуковой модификации поверхности. Частотный диапазон колебаний тока тлеющего разряда соответствует диапазону ультразвука, и эту взаимосвязь исключать нельзя, так как ультразвуковая обработка также приводит к повышению твердости и микротвердости, прочности и износостойкости материалов.

УДК 621.878.6

ФИНИШНАЯ ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС
МЕТОДОМ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОГО ПОЛИРОВАНИЯ

О. В. БЛАГОДАРНАЯ, О. А. ПОНОМАРЕВА

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

В современных приборах и точных устройствах широко используют мелкомодульные зубчатые передачи, предназначенные для преобразования органов управления, обладающие необходимой мощностью, статической и динамической устойчивостью и другими характеристиками. К мелкомодульным зубчатым передачам предъявляются высокие требования в отношении кинематической точности, свободного хода, легкости и плавности вращения. Поэтому требуется высокоточная обработка рабочих поверхностей зубьев, которая обычно достигается зубошлифованием, зубохонингованием и зубообкаткой колес с невысокой твердостью поверхностей профилей зубьев.

Эффективным методом повышения качества рабочих поверхностей деталей зубчатых колес может явиться метод магнитно-абразивного полирования [1]. Важной особенностью магнитно-абразивной обработки является упругость абразивного резания поверхности, которая регулируется изменением напряженности магнитного поля в рабочей зоне установки. В результате упругого резания абразивными частицами отсутствуют прижоги, отпуск и цементация обработанных участков поверхности.

Обработка абразивным инструментом известна давно. По виду режущего инструмента известные методы делятся на абразивную обработку жестко-связанным, свободным и подвижно-скоординированным зерном. В первом случае абразивные зерна неподвижно закреплены в механической связке, образуя круг или гибкую абразивную ленту. Процесс резания абразивным порошком в случае свободного состояния зерен производится при сообщении элементам порошка кинематической энергии относительно находящихся в покое или движущихся с постоянной скоростью деталей. Наиболее эффективным способом отделочной обработки является абразивная обработка подвижно-скоординированным зерном, при которой связующим веществом служит энергия электромагнита. Способность электромагнитного поля усиливать или ослаблять сцепление частиц абразивного порошка между собой и изменять давление на обрабатываемую поверхность детали дает возможность объединения в одном рабочем цикле черновой, чистовой и финишной операции шлифования. Резание при магнитно-абразивной обработке осуществляется сообщением детали или инструменту относительных движений.

Достоинствами абразивной обработки деталей в магнитном поле является полная механизация шлифовально-полировальных операций сложно-

зации налогообложения, адаптация схемы с точки зрения правового поля. Задача вторых – обеспечение нормального внедрения схемы в уже существующую и сложившуюся матрицу бизнес-процессов предприятия, консультирование по вопросам организационных перестроек, реинжиниринг бизнес-процессов. Такой комплексный подход позволяет создавать эксклюзивные решения для различных предприятий.

Современные методы оптимизации налогообложения не так эффективны, как методы агрессивной оптимизации и, прежде всего, это связано с тем, что налог на добавленную стоимость, как косвенный налог, фактически невозможно оптимизировать, не нарушая действующее законодательство.

Современные методы налоговой оптимизации основаны на сочетании специальных налоговых режимов (упрощенная система налогообложения) с общим режимом налогообложения.

В частности, можно предложить возможные способы оптимизации налогообложения оказания услуг для лиц, применяющих упрощенную систему налогообложения: применение упрощенной системы налогообложения как способ оптимизации социальных выплат и налога на доходы физических лиц при выплате заработной платы и как оптимальный способ выплаты зарплаты через дивиденды; оказание услуг через агента как законный способ уменьшения НДС и налога на прибыль.

Оптимизация налогообложения – это организационные мероприятия в рамках действующего законодательства, связанные с выбором времени, места и видов деятельности, созданием и сопровождением наиболее эффективных схем и договорных взаимоотношений.

Ю. В. ВОРОНКОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Значимость налогового планирования изначально определена современным налоговым законодательством, которое предусматривает разнообразные налоговые режимы в зависимости от налогоплательщика, направлений его деятельности, места регистрации и организационной структуры управления.

Сущность налогового планирования заключается в разработке и внедрении разнообразных, а главное, законных схем уменьшения налоговых отчислений, за счет внедрения методов стратегического планирования в деятельность предприятия. В условиях современной жесткой фискальной политики государства, а также на фоне продолжающегося экономического кризиса и, как следствие, сокращения материального производства, налоговое планирование дает возможность предприятию выжить.

Налоговое планирование дает возможность выбора между различными вариантами осуществления деятельности и размещения активов и, как правило, направленно на достижение по возможности низкого уровня налогового бремени.

Оптимизация налогообложения – главная задача финансового менеджмента. Это выбор наилучшего пути управления финансовыми ресурсами предприятия. Оптимизация налогообложения – процесс, связанный с достижением определенных пропорций всех финансовых аспектов сделки или проекта. Существует распространенное мнение, что оптимизация проводится только с целью максимального законного снижения налогов. В этом случае ее часто называют налоговой минимизацией.

Но оптимизация налогообложения – это более крупная задача, стоящая перед финансовым управлением предприятия, чем минимизация налогов. Оптимизация налогообложения намного шире: помимо минимизации, ее инструментами являются отсрочка уплаты налогов, уменьшение суммы выплачиваемых в бюджет «живых» средств и другие.

Все они выгодны с точки зрения финансового менеджмента денежные средства остаются в распоряжении предприятия и дают прибыль, не уменьшается сумма оборотных средств (а это особенно актуально, когда их не хватает), что также содействует увеличению прибыли и т. п.

Для достижения максимально эффективных результатов оптимизации налогообложения требуется слаженная работа команды налоговых юристов и бизнес-консультантов. Задача первых – построение и вывод схемы оптими-

профильных изделий, позволяющая повысить производительность труда в несколько раз по сравнению с существующими методами шлифования; применение дешевого магнитно-абразивного порошка, снижающего в несколько раз затраты на абразивный инструмент; отсутствие необходимости периодической перезаточки и фасонной правки абразивного инструмента; независимость качества изделия от квалификации рабочего, позволяющего обеспечить значительную экономию средств у потребителя станков; отсутствие жесткого закрепления абразива в связке, что позволяет механизировать финишные операции при обработке деталей из мягких материалов [2].

Метод магнитно-абразивной обработки вполне может быть применен для финишной обработки приборных передач малого модуля, что позволит получить высокое качество поверхности профиля зуба, повысит точность колеса, позволит избежать структурных изменений поверхностного слоя зуба, влияющих на износостойкость зубчатых колес.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Благодарный, В. М.** Повышение качества поверхностей зубьев мелко-модульных колес / В. М. Благодарный // Сб. : Отделочно-упрочняющая технология в машиностроении. – Минск : 1994. – С. 19–20.
2. **Сакулевич, Ф. Ю.** Основы магнитно-абразивной обработки / Ф. Ю. Сакулевич. – Минск : Наука и техника, 1981. – 328 с.

Л. А. БОРИСЕНКО, В. Л. КОМАР, Д. А. ДЕНИСОВ

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

В последнее время возник интерес к применению мотор-вариатор-редукторов, которые функционально являются аналогами коробок передач, но более удобны, так как изменение скоростей происходит плавно и без нежелательных динамических эффектов. Кроме того, они представляют единый агрегат, что позволяет минимизировать габариты машин и упрощает проектирование и эксплуатацию машин. Гораздо удобнее иметь один объект, чем три.

Чаще всего вариаторы реализуются на основе фрикционных передач. К числу основных преимуществ фрикционных передач, по сравнению с другими типами передач с бесступенчатым изменением передаточного отношения, относятся: высокий КПД во всем диапазоне регулирования, относительно большой диапазон регулирования, простота в изготовлении и эксплуатации, легкость автоматического управления.

Крутящий момент от ведущего к ведомому элементу передается за счет сил трения, возникающих в зоне контакта. Необходимая величина сил трения создается за счет прижатия контактных поверхностей. Нормальная работа фрикционной передачи (без скольжения) возможна только в том случае, если сила трения будет больше передаваемых окружных сил.

Предложенная конструкция представляет усовершенствованный вариант клинового ремня сжатия. Его отличие от известных конструкций состоит в том, что в нем пластины, служащие фрикционными элементами, заменены цилиндрическими пальцами, имеющими цилиндрические контактирующие поверхности. На торцах этих цилиндров выполнены скосы под углом, соответствующим углу конусности шкивов, а также пазы. Пазы служат для прохождения гибких металлических колец, с помощью которых отдельные пальцы объединяются в единый агрегат и образуют ремень сжатия. Цилиндрические поверхности пальцев, контактируя друг с другом, выполняют роль шарниров, благодаря чему ремень без сопротивления может изменять свою кривизну, что необходимо при огибании шкивов.

Скосы на концах пальцев образуют фрикционный контакт с поверхностями шкивов. Фрикционная пара «сталь-сталь» обладает высокой износостойкостью и теплостойкостью при высоком коэффициенте трения, кроме того изготовление цилиндрических пальцев технологически просто. Благодаря тому, что ремень работает на сжатие, полностью снимаются проблемы

На основании данных таблицы можно сделать вывод о том, что основные показатели инновационной деятельности промышленных предприятий Могилевской области имеют положительную динамику развития. Так, количество инновационно-активных организаций промышленности с годами увеличивается с 16 единиц в 2009 г. до 34 единиц в 2013 г., т. е. за пять лет вдвое. При этом доля инновационно-активных организаций в общем количестве промышленных предприятий, которые в отчетном периоде осуществляли затраты на инновации, составила 9,9 % в 2009 г. и постепенно возросла до 17,1 % в 2013 г. В 2013 г. наблюдается тенденция к снижению удельного веса инновационной продукции, полученной с использованием результатов научно-технических исследований в общем объеме промышленного производства. Соотношение затрат на инновации и объема инновационной продукции позволяет судить об эффективности вложений. Так, за исследуемый период это соотношение увеличилось с 0,0359 до 0,3869, т. е. темпы роста объемов инновационной продукции опережают темпы роста затрат на инновации, что объясняется существенным влиянием ценового фактора.

В целом можно положительно оценить инновационную деятельность промышленных предприятий Могилевской области, т. к. все показатели, характеризующие ее, имеют тенденцию к росту. В то же время, данные об удельных весах свидетельствуют, о незначительной доле инновационно-активных организаций в общем количестве промышленных предприятий Могилевской области и соответственно доле реализуемых ими инновационной продукции, наибольший показатель которой наблюдался в 2011 г. в размере 17,4 %. Это связано с недостаточно развитой системой стимулирования инновационной активности внутри самих предприятий, недостатком их собственных средств, высокими рисками и стоимостью используемых инноваций, неразвитостью инновационного и кадрового потенциала.

Для повышения уровня инновационной активности промышленных предприятий Могилевской области недостаточно использовать только одно направление стимулирования в виде увеличения затрат на финансирование научных исследований. Целесообразно развивать интеграционные формы взаимодействия малых, средних и крупных промышленных предприятий региона, соединять усилия государства, науки и бизнеса в области инновационных разработок, создавать промышленно-инновационные кластеры предприятий для максимально эффективной реализации всех стадий жизненного цикла инновационного процесса и обеспечения успешной коммерциализации новых продуктов и технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Статистический ежегодник Могилевской области 2012 : стат. сб. [Электр. ресурс]. – Режим доступа: www.mogilev.belstat.gov.by. - Дата доступа: 20.01.2015.

2 Статистический ежегодник Могилевской области 2013 : стат. сб. [Электр. ресурс]. – Режим доступа: www.mogilev.belstat.gov.by. - Дата доступа: 20.01.2015.

УДК338.27
РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ В МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

О. В. ВОЛКОВА

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

В современных условиях хозяйствования актуальным вопросом является развитие инновационной деятельности промышленных предприятий. Инновационная деятельность сегодня является составной частью и неотъемлемым фактором деловой активности предприятия в условиях быстро меняющихся потребностей рынка и нарастающей конкуренции.

Показатели инновационной деятельности промышленных предприятий Могилевской области за 2009–2013 гг. представлены в таблице 1 [1; 2].

Табл. 1. Показатели инновационной деятельности организаций промышленности за 2009–2013 гг.

Показатель	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Число инновационно-активных организаций промышленности, ед.	16	27	33	35	34
Доля инновационно-активных организаций в общем числе организаций промышленности, %	9,9	12,4	15,3	16,9	17,1
Затраты на технологические инновации организаций промышленности в фактически действовавших ценах, млн р.	44 882	163 992	599 015	1 029 488	2 681 499
Объем отгруженной инновационной продукции (работ, услуг), млн р.	1 248 609	1 834 284	4 229 289	7 228 666	6 930 960
Доля инновационной продукции (работ, услуг) в общем объеме производства, %	13,2	12,6	17,4	17,0	14,6
Соотношение затрат на инновации и объема инновационной продукции	0,0359	0,0894	0,1416	0,1424	0,3869

связанные с прочностью ремня. Гибкие кольца не передают нагрузку, а выполняют только монтажные функции. Контактные напряжения, которые возникают на цилиндрических концах пальцев, не являются критическими для работоспособности ремня, нагруженного только силами трения.

Изготовлен и испытан опытный образец ремня сжатия с цилиндрическими пальцами. Количество пальцев 40, длина пальцев 37 мм, размер прорези 1,5 мм. Средний диаметр цилиндрической поверхности, 9,525 мм – выбор размера объясняется тем, что такой же шаг имеет стандартная пластинчатая цепь.

Разработан и испытан в лабораторных условиях вариант мотор-вариатор-редуктора, в котором использован предложенный авторами сборный ремень, а также оригинальный планетарный редуктор. Диапазон регулирования передаточного отношения равен 4.

Разработка планетарного редуктора представляет самостоятельное исследование, так как при его создании была решена проблема устранения интерференции во внутреннем зацеплении. Число зубьев шестерни 50, число зубьев сателлита 48, передаточное отношение равно 25. Если учитывать работу редуктора с вариатором в параметрах данного макета, то передаточное отношение может изменяться в пределах от 12,5 до 50. Использование данной схемы планетарного редуктора позволило создать малогабаритную конструкцию мотор-вариатор-редуктора, на основе которой в настоящее время осуществляется разработка действующего экспериментального образца.

А. С. ГАЛЮЖИН, С. Д. ГАЛЮЖИН

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

В современных мобильных машинах и производственном оборудовании достаточно широко применяются пневмоприводы, рабочим телом которых является сжатый воздух. Одним из основных показателей сжатого воздуха является степень осушки. Не все устройства осушки сжатого воздуха обеспечивают постоянную степень осушки. Для анализа эффективности устройств осушки сжатого воздуха был создан автоматизированный стенд. Автоматизированный стенд позволяет определять точку росы, запас по точке росы и степень осушки сжатого воздуха (рис.1). Эти показатели отображаются на экране компьютера в специальном окне.

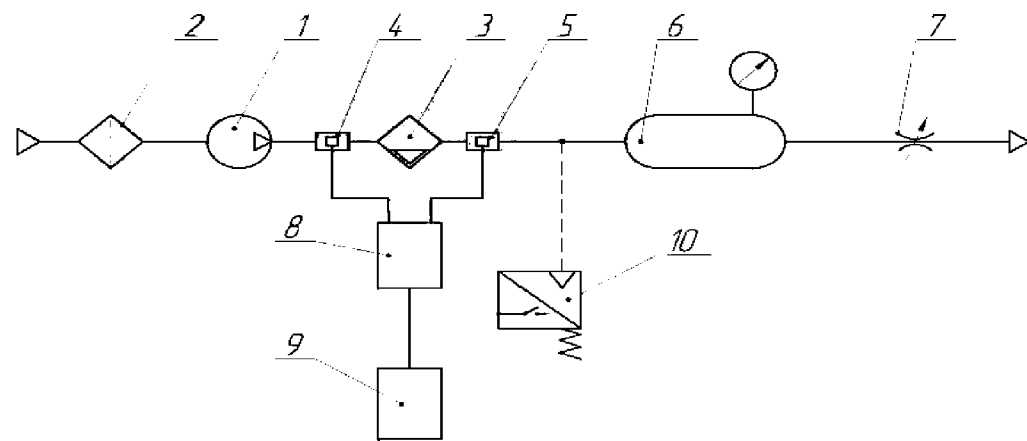


Рис. 1. Схема стенда для экспериментальных исследований влагоотделителей: 1 – компрессор; 2 – фильтр; 3 – влагоотделитель; 4,5 – датчики влажности ННН 4602С с встроенными датчиками температуры; 6 – ресивер; 7 – регулируемый дроссель; 8 – устройство сбора данных NI 6009 (USB); 9 – компьютер

Были проведены экспериментальные исследования зависимости степени осушки сжатого воздуха от пробега троллейбуса при использовании воздухоосушителя АКСМ 201-2302 и центробежно-магнитного влагоотделителя. Через 10 тыс км пробега степень осушки снизилась в АКСМ 201-2302 почти в 2 раза. Причиной этого является низкая эффективность системы регенерации адсорбента.

После 17,5 тыс км. пробега воздухоосушитель был опять испытан на стенде. Результаты следующие: $A_o=18,4\%$, потери давления во влагоотде-

Специальные методы включают несколько подгрупп методов: замены отношений, разделения отношений, отсрочки налогового платежа, прямого сокращения объекта налогообложения и оффшора. Так, метод замены отношений основывается на использовании в целях налоговой оптимизации такой организационно-правовой формы ведения бизнеса, в отношении которой действует более благоприятный режим налогообложения. Например, включение в бизнес-схему «инвалидных» компаний, имеющих льготы как общества инвалидов или имеющих долю инвалидов в штате более определенного уровня, позволяет экономить на прямых налогах

Под льготированием и освобождением следует понимать льготы, которые закреплены в Налоговом Кодексе Республики Беларусь или в законодательных актах в области налогообложения законодательных органов субъектов Республики Беларусь и органов местного самоуправления.

Переход организации на упрощенную систему налогообложения может быть источником применения льгот по налоговым ставкам и уменьшения налоговой базы.

На наш взгляд, грамотное применение предприятием методов налоговой оптимизации позволит правильно осуществлять оптимизацию налогообложения, что окажет значительную помощь в создании стабильного положения предприятия, так как позволит избежать убытков в процессе хозяйственной деятельности.

И. А. ВЕРЕМЕЕВА, О. В. БАЛЬЧЕВСКАЯ

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

Сегодня каждая организация, независимо от вида деятельности и формы собственности, сталкивается с необходимостью платить налоги, что при неграмотном подходе и системных ошибках оборачивается лишними затратами и проблемами с законом. Поэтому необходимо проводить оптимизацию налогообложения предприятия, что сделает доходы предприятия максимальными, а налоги минимальными, не вступая в противоречие с законодательством.

Как показывает практика, наиболее эффективные результаты налоговая оптимизация приносит только при использовании предприятием методов оптимизации, которые должны применяться в комплексе.

Существует несколько групп методов налоговой оптимизации,

- разработка приказа об учетной политике для целей налогообложения;
- оптимизация через договор;
- специальные методы оптимизации;
- применение льгот и освобождений.

Формирование учетной политики предприятия следует рассматривать как один из важнейших элементов налоговой оптимизации. Квалифицированная проработка приказа об учетной политике позволит предприятию выбрать оптимальный вариант учета, эффективный и с точки зрения режима налогообложения. В связи с этим при разработке учетной политики в целях налогообложения необходимо обратить внимание на ряд положений, таких как метод признания дохода в целях налогообложения, амортизации (метод начисления, выбор срока полезного использования объектов, применение повышающих коэффициентов), создание резерва по сомнительным долгам, работе с просроченной дебиторской задолженностью и др.

При оптимизации через договор необходимо провести анализ формы сделки, контрагентов, предмета и цены договора, установлении штрафных санкций. И на основании этого анализа сделать выбор наиболее подходящих положений договора, что будет способствовать снижению налоговых платежей. Примером использования этого метода может служить превращение торговой организации в торгового агента или комиссионера, работающего по «чужому» поручению с «чужим» товаром за определенное вознаграждение, или использование договора товарного кредита из соображений более легкого учета и меньшего налогообложения.

лителе $\Delta p = 0,024$ МПа. Затем воздухоосушитель был вскрыт и проведена визуальная оценка состояния адсорбента. Адсорбент был влажным, его наружная поверхность покрыта масляной пленкой, что объясняется низкой эффективностью системы регенерации адсорбента.

После этого были проведены испытания центробежно-магнитного влагоотделителя на том же троллейбусе. С увеличением пробега от 0 до 65 тыс. км степень осушки сжатого воздуха уменьшилась, примерно, на 6,4 %, что связано с появлением масляной пленки на вертикальной внутренней стенке корпуса влагоотделителя (рис. 2). Эта пленка ухудшает сцепление микрочастиц воды с молекулами тонкого слоя воды на упомянутой стенке. Поэтому, примерно, через 20...30 тыс. км пробега необходимо удалять масляную пленку с внутренней поверхности корпуса.

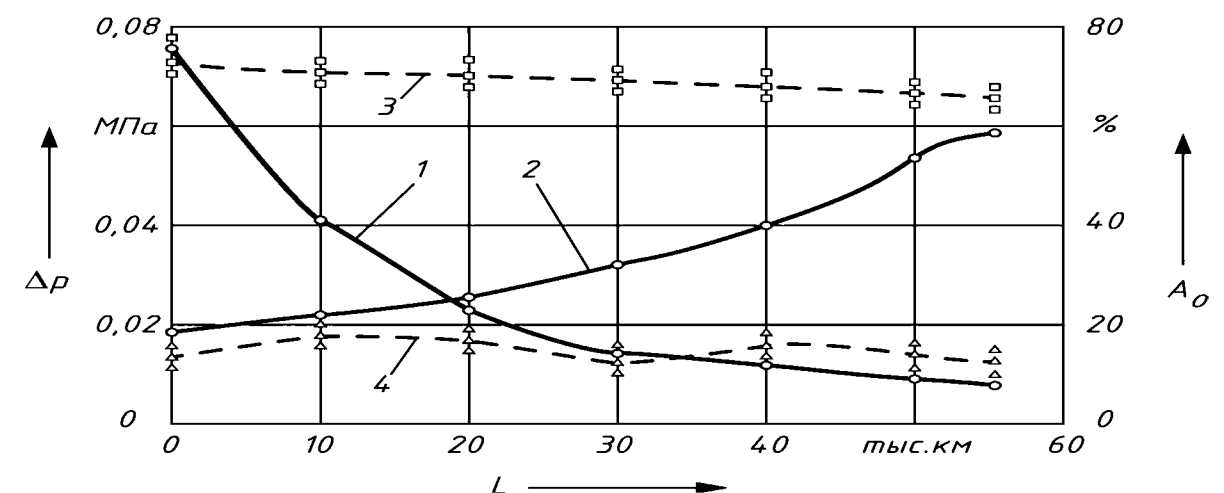


Рис. 2. Зависимость степени осушки сжатого воздуха A_o (кривые 1,3) и потерь давления Δp (кривые 2,4) от пробега троллейбуса L : – в воздухоосушителе АКСМ 201- 2302; - - в центробежно-магнитном влагоотделителе

Вероятность безотказной работы пневмопривода при установке центробежно-магнитного влагоотделителя выше на 3,4...15,1 %, чем при использовании влагоотделителя АКСМ 201- 2302 с новым адсорбентом. С увеличением пробега троллейбуса степень осушки сжатого воздуха влагоотделителем АКСМ 201- 2302 уменьшается и вероятность безотказной работы пневмопривода снижается. После пробега 10 тыс. км вероятность безотказной работы пневмопривода с центробежно-магнитным влагоотделителем будет выше на 25,5...27,8 %, чем при использовании влагоотделителя АКСМ 201- 2302.

Разработанный влагоотделитель потребляет в 2,1 раза меньше энергии, чем влагоотделитель АКСМ 201-2302. Кроме того, разработанный центробежно-магнитный влагоотделитель не требует расходных материалов. В базовом устройстве АКСМ 201-2302 необходима постоянная регенерация, а затем замена адсорбента.

С. В. ГОНОРОВА, Е. Г. КРИВОНОГОВА

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

Испытания винтовых пружин растяжения-сжатия выполняются как в практических целях, так и при выполнении лабораторных работ при изучении курсов «Сопrotивление материалов», «Механика материалов», «Техническая механика».

В зависимости от геометрических характеристик пружин испытания можно производить несколькими способами:

- при помощи специальных испытательных стендов;
- на универсальных испытательных машинах типа УММ-10 или гидравлических прессах (ПГ100-А);
- при помощи лабораторных установок типа МИП-10-1.

Указанные способы требуют некоторых навыков работы с подобным оборудованием. Для проведения лабораторных работ необходима простая установка, с которой студенты могут работать самостоятельно.

Для того чтобы упростить испытания и, в особенности, определение деформаций в процессе проведения лабораторных работ, была разработана схема установки для испытания пружин растяжения-сжатия. Измерительным средством здесь выступает индикатор часового типа, что существенно облегчает измерение осевых деформаций пружины.

Основной принцип работы: деформация пружины происходит в направлении действия силы. В этом же направлении происходит перемещение подвижного элемента установки.

Установка состоит из стоек и трех пластин, две из которых – верхняя и нижняя – в процессе работы неподвижны, соединены стойками и находятся на некотором расстоянии друг от друга. Между ними по стойкам перемещается третья пластина. Перемещения происходят за счет веса грузов на подвесе, который укреплен на нижней поверхности пластины. Пружины растяжения при испытаниях устанавливаются между верхней неподвижной и подвижной пластинами. Пружины сжатия при испытаниях устанавливаются между нижней неподвижной и подвижной пластинами. Перемещения пластины связаны с деформациями пружины и фиксируются индикатором часового типа. Индикатор можно закрепить как на штативе, расположенном на нижней неподвижной пластине, так и на одной из стоек приспособления.

На данном этапе создается компьютерная модель установки с целью оптимизации размеров ее конструктивных элементов.

В соответствии с утвержденной нормативно-методической документацией работниками службы снабжения осуществляется установление хозяйственных связей, формирование информационной базы, прогнозирование и разработка планов снабжения, определение направлений повышения эффективности работы подразделения и пр.

Особую роль в организации бесперебойного снабжения производства играет правильный выбор экономико-математического инструментария определения потребности в материально-технических ресурсах. К наиболее распространенным и практико-ориентированным методам относят:

1) методы, в основе которых используются нормы расхода:

– метод прямого счета (поиздельный и подетальный). В данном случае потребность в материалах определяют исходя из программы производства и нормы его расхода на одно изделие (на одну деталь);

– метод аналогии. Новые изделия, для которых не разработаны нормы расхода, сравниваются с аналогами. В этом случае используются утвержденные нормы расхода материалов по аналогичному изделию;

– метод типовых представителей. При широком ассортименте программы производства нормы устанавливаются по группе изделий в целом. Для расчетов используется типовой представитель группы, норма расхода материала по которому наиболее близка к средневзвешенной величине;

2) метод динамических коэффициентов. На его основе потребность в ресурсах определяется исходя из фактического расхода за прошлый период, индексов программы производства и норм расхода материалов;

3) метод рецептурного состава. Расчет количества конкретного материала осуществляется на каждый вид продукции отдельно.

Использование разработанной теоретической модели в процессе обоснования элементов системы управления МТС ОАО «Гомельский мотороремонтный завод» позволило выявить особенности организации отдела МТС на предприятии, применяемые методики расчетов, сильные и слабые стороны, возможности и угрозы взаимосвязи с внешней средой и пр.

На основе результатов экономической оценки было установлено, что эффективность МТС на предприятии ухудшается. Наблюдается снижение материалоотдачи на 1,17 ед. и увеличение топливоемкости на 50 %.

Установлено, что в ближайшей перспективе на предприятии целесообразно организовать бюро оперативного анализа, реализовать меры по снижению расхода топливно-энергетических ресурсов и провести обновление используемых в работе отдела МТС программных продуктов. Реализация предложенных мероприятий позволит обеспечить снижение материальных затрат до 7,5 % при росте материалоотдачи до 20,8 %.

О. Г. БОРИСОВЕЦ
Учреждение образования
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. П. О. СУХОГО»
Гомель, Беларусь

Важнейшим условием реализации производственного потенциала предприятия и укрепления его конкурентных позиций на рынке является рациональная организация и эффективное управление материально-техническим снабжением (МТС). Выполнение данного условия требует формирования системы управления ресурсным обеспечением, основным звеном которой будут являться службы снабжения на предприятии. Данная система должна быть ориентирована на обеспечение сбалансированности наличия материальных ресурсов и потребности производства в них, а также своевременное выполнение планов, снижение себестоимости и улучшение потребительских свойств готовой продукции.

Цель проводимых исследований – разработка модели системы управления материально-техническим снабжением предприятия.

На основе результатов исследования теоретико-методических основ организации и обеспечения эффективного снабжения материально-техническими ресурсами разработана теоретическая модель системы управления МТС предприятия. В ее структуре представлены следующие группы элементов: организационные факторы (определяют особенности построения и функционирования службы МТС); управленческие процедуры (цели, задачи, функции МТС, регулирующая документация и пр.); методическая база (экономико-математический инструментарий определения потребности, оптимизации запасов ресурсов, оценки эффективности их использования и пр.); способы и средства взаимодействия с внешней средой (формы поставок, условия заключения договоров и пр.); основное производство (сфера проявления эффекта сбалансированности МТС).

Выборанный подход к проектированию системы управления МТС определяет состав, порядок и принципы взаимодействия ее элементов для достижения приоритетных целей функционирования предприятия. Управляющим (активным) звеном системы является служба МТС.

Структура и методы работы служб снабжения разнообразны. В качестве факторов, обуславливающих организационное построение служб материально-технического обеспечения и выполняемые ими функции, следует рассматривать: тип, специализацию, масштабы производства; материалоемкость продукции; территориальное размещение предприятия и пр.

П. Н. ГРОМЫКО, Л. Г. ДОКОНОВ, В. Л. ЮРКОВА, М. П. БАРАВНЕВ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Сотрудниками лаборатории по прецессионным передачам Белорусско-Российского университета была предложена конструкция магнитного привода с зубчатым зацеплением прецессионного типа, которая показана на рис. 1.

Магнитный привод состоит из корпуса 1, трехфазного асинхронного электродвигателя со встроенным в него статором 2, выполненным в виде трех обмоток, расположенных под углом 120° друг к другу.

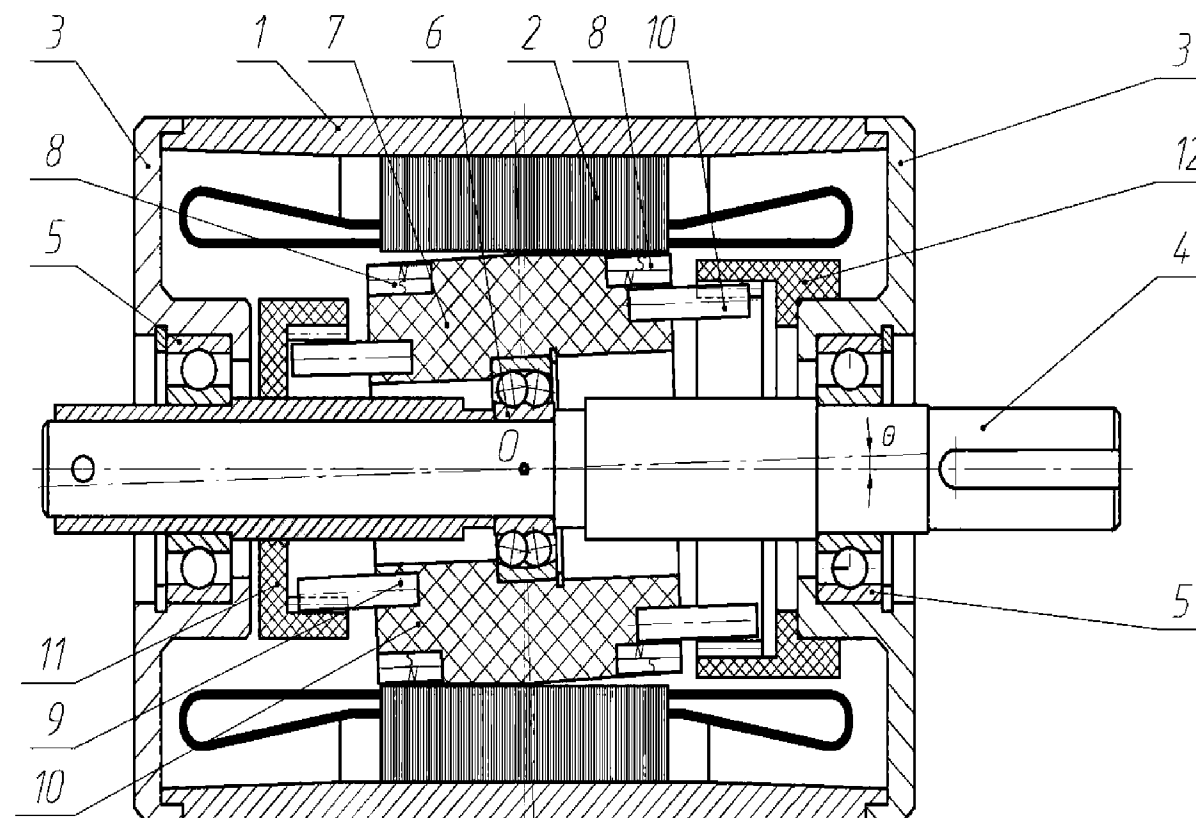


Рис. 1. Общий вид конструкции магнитного привода с зубчатым зацеплением прецессионного типа

К корпусу 1 крепятся крышки 3, в которых установлен выходной вал 4 на подшипниках 5. На выходном валу 4 расположен сферический подшипник 6, на наружном кольце которого помещен колеблющийся ротор 7. Наличие сферического подшипника позволяет ротору 7 совершать

сферические движения вокруг точки прецессии O . На образующих ротора, закреплены постоянные магниты 8 так, что с одной стороны они расположены наружу северным полюсом, а со второй стороны южным. При протекании тока по статору 2 в нем возникает магнитное поле, смещенное на 120° . При таком смещении, с одной стороны, на ротор действуют силы отталкивания, а с другой, притяжения. При протекании тока по периметру статора 2, он заставляет колебаться ротор 7. На торцах ротора расположены ролики 9 и 10, выполняющие роль зубьев, которые при колебании ротора взаимодействуют с зубьями сателлитов 11 и 12. В данной конструкции реализована схема редуцирования типа 2КН. Благодаря указанным контактным взаимодействиям осуществляется вращательное движение выходного вала 4, на котором жестко посажен сателлит 11.

Число оборотов выходного вала 4 может быть определено по следующей формуле:

$$n_{\text{вых.вал}} = \frac{60 \cdot f \cdot \left(1 - \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4} \right)}{p},$$

где f – частота питающего напряжения сети; z_1 – число зубьев неподвижного колеса; z_2 – число зубьев сателлита, входящих в контакт с неподвижным колесом; z_3 – число зубьев сателлита, входящих в контакт с подвижным колесом; z_4 – число зубьев подвижного колеса; p – число пар магнитных полюсов обмотки статора.

стой является методика корректировки коэффициента дисконтирования на индекс инфляции. Взаимосвязь между номинальной и реальной дисконтными ставками можно представить в виде следующей модели:

$$1 + r_{\text{ном}} = (1 + r) \cdot (1 + i),$$

где $r_{\text{ном}}$ – номинальная дисконтная ставка; r – реальная дисконтная ставка; i – индекс инфляции.

Из этой зависимости следует:

$$r_{\text{ном}} = r + i + r \cdot i.$$

Из данной формулы следует, что к реальной дисконтной ставке надо прибавить сумму $(i + r \cdot i)$ для того, чтобы компенсировать инфляционные потери. Поскольку значение $(r \cdot i)$, как правило, очень мало, на практике пользуются упрощенной формулой:

$$r_{\text{ном}} = r + i.$$

При уточненной оценке эффективности инвестиционного проекта необходимо учитывать динамику: уровня роста или падения отношения курсов внутренней и иностранной валют; общего уровня цен; цен на производимую продукцию на внутреннем и внешнем рынках; цен на используемые ресурсы и комплектующие; прямых затрат; уровня заработной платы – по видам работников; общих и административных затрат; стоимости элементов основных средств; затрат на организацию сбыта; банковского процента. Для того чтобы правильно оценивать результаты проекта, а также обеспечить сравнимость показателей проектов в различных условиях, необходимо максимально учесть влияние инфляции на расчетные значения результатов и затрат. Для этого следует учитывать денежные потоки в прогнозных ценах, а при вычислении показателей экономической эффективности проекта переходить к расчетным ценам, то есть ценам, очищенным от общей инфляции.

О. В. БАЛЬЧЕВСКАЯ, И. А. ВЕРЕМЕЕВА

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

Инфляция определяется как процесс, характеризующийся повышением общего уровня цен в экономике или, что практически эквивалентно, снижением покупательной способности денег. В относительно стабильной экономике одновременно со снижением цен на одни виды товаров цены на другие могут увеличиваться. Рост цен на какой-то отдельный товар или группу товаров не обязательно проявление инфляции. Контроль за изменением цен на отдельные виды товаров, а также на потребительские товары в целом осуществляется с помощью индексов цен. Существуют два основных вида индекса цен: индивидуальный (i) и общий, или агрегатный (I_p).

Индивидуальный индекс цен дает оценку (ретроспективную или прогнозную) изменения цены на отдельный вид товара, продукции, услуги. Он рассчитывается по формуле

$$i = p_1 / p_0 ,$$

где p_1 – фактическая цена в отчетном периоде; p_0 – фактическая цена в базисном периоде.

Агрегатный индекс цен позволяет выполнить аналогичные расчеты по группе однородных товаров, продукции, услуг. Используется представление индекса цен через товарооборот:

$$I_p = (p_1 \cdot q_1) / (p_0 \cdot q_0) .$$

В числителе формулы – фактический товарооборот отчетного периода в ценах отчетного периода, в знаменателе – условный товарооборот отчетного периода, но в ценах базисного периода. Разность между числителем и знаменателем показывает влияние изменения цен. Положительная разность как раз и характеризует влияние инфляции.

В инвестиционном анализе влияние инфляции может быть учтено корректировкой на индекс инфляции или будущих поступлений, или коэффициента дисконтирования. Первая корректировка является наиболее справедливой, но и более трудоемкой. Суть ее заключается в использовании индекса инфляции применительно к денежным потокам инвестиционного проекта. Корректировке подвергаются объем выручки и переменные расходы. При этом корректировка может осуществляться с использованием различных индексов, поскольку индексы цен на продукцию организации и потребляемое им сырье могут существенно отличаться от индекса инфляции. Более про-

А. К. ДАНИЛОВ, П. Э. ЕРШОВ, Е. А. СОЛОВЬЕВ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Красноярск, Россия

Конструкция бурового инструмента связана с двумя основными факторами, влияющими на эффективность и надежность – это система взаимодействия инструмента с разрушаемой средой и структура твердого сплава, а, именно, качество, определяющее износостойкость и ударную стойкость армирования режущей части. Развитие горнодобывающей промышленности сегодня движется по пути наращивания мощности, приходящейся на единственный инструмент, создание условий разрушения для поворотных резцов, обладающих более низкой энергоемкостью.

Стендовые исследования показали, что энергоемкость процесса резания поворотным резцом, при разработке прочных и скальных пород, на 30–40 % ниже, чем плоских резцов радиального резания. Но этот эффект распространяется на категорию грунтов и пород с категорией прочности III и более. При резании пластичных, песчаных грунтов и пород малой прочности плоские резцы значительно выигрывают в энергоёмкости из-за возможности резания с большими подачами. Но геометрия резания и конструкция резцедержателя не позволяют использовать данную технологию в процессе вращательного бурения из-за стеснённых условий скважин от 150 до 280 мм. Создание условий для рациональной расстановки инструмента в забое позволит обеспечить наиболее эффективную разработку породы [1].

Разработка специального инструмента на основе применения поворотных резцов связана с техническими трудностями установки конструкции держателя на режущем долоте. Решение вопроса удержания резца в резцедержателе с возможностью вращения в процессе работы, на основе применения современных технологий и материалов, позволили разработать специальную буровую коронку, оснащенную поворотными резцами. Использование твёрдосплавных вставок в корпусе резцедержателей поворотных резцов для горной промышленности оправдано наличием массивных рабочих органов горных комбайнов, но в стеснённых условиях забоя скважины, требования к армированию лидирующей части значительно выше. В существующих конструкциях лопастных буровых инструментов широко применяются комбинированные вставки и, в частности, с алмазным упрочнением [2–3].

Разработка специального инструмента для эффективного бурения горных пород основывается на теории резания поворотными резцами, широко

применяемыми как на проходческих комбайнах, так и на буровом инструменте строительного назначения. Достоинствами данной коронки являются меньшая энергоёмкость процесса резания, возможность разрабатывать породы большой крепости (до VII категории включительно). Кроме того конструкция буровой головки позволяет производить замену твёрдого сплава в условиях простых мастерских без применения специального оборудования и технологии (ТВЧ, пайка). Формирование рациональной схемы установки твёрдосплавных вставок на буровой головке ударно-вращательного долота обеспечивается эффективностью и энергоёмкостью скола одиночным инструментом по различным траекториям движения.

Основным преимуществом нового инструмента является наличие промывочной жидкости, участвующей в процессе эвакуации шлама. Промывочная жидкость является энергоносителем и может приводить в действие гидродарник, который позволяет значительно активизировать процесс бурения прочных пород. В этом случае одним из недостатков шарошечного бурения – низкий ресурс (до 250 метров скважин) – можно устранить и увеличить ресурс инструмента применением ударно-вращательного бурения. Предлагаемая технология позволит не только увеличить глубину внедрения инструмента или подачу, но значительно уменьшить путь трения, как минимум в 2–3 раза, что позволит влиять на износостойкость в целом.

Создание теории разрушения забоя поворотным инструментом по технологии ударно-вращательного шорошения с касательным направлением удара и новых вставок твердого сплава на основе нанопорошков позволит увеличить износостойкость и реализовать увеличение энергии удара на единичную вставку, что приведет к увеличению скола, в результате позволит существенно снизить энергоёмкость процесса бурения в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Данилов, А. К.** Горизонтальное бурение на границе сред разной категории прочности / А. К. Данилов, Е. М. Левкович, Р. С. Привалихин // Горная промышленность. – 2014. – № 3. – С. 107–108.
2. **Fang, Z. Z.** Synthesis, sintering, and mechanical properties of nanocrystalline cemented tungsten carbide—a review / Z. Z. Fang [et al] // International Journal of Refractory Metals and Hard Materials. – 2009. – V. 27. – №. 2. – P. 288–299.
3. **Kurlov, A. S.** Vacuum sintering of WC–8wt.% Co hardmetals from WC powders with different dispersity / A. S. Kurlov, A. I. Gusev, A. A. Rempel // International Journal of Refractory Metals and Hard Materials. – 2011. – V. 29. – №. 2. – P. 221–231.

В Великобритании получить кредит физическому лицу с хорошей кредитной историей достаточно просто: необходимо посредством интернета только заполнить анкету, ответив на несколько вопросов, касающихся места службы, адреса работодателя, среднегодового дохода и места жительства. При этом обязательными условиями выступают: заемщик проживает на территории Англии, имеет счет в банке, возраст – не моложе 18 лет.

В Испании предоставить кредит физическому лицу могут при условии, если он достиг совершеннолетнего возраста, при этом может быть как работающим человеком, так и студентом, и пенсионером. Интересен случай выдачи кредита 80-летнему пенсионеру со сроком выплаты до 20 лет. Для открытия кредита в торговой организации достаточно предоставить удостоверение личности и справку с места работы.

В Южной Корее можно получить кредит, как под залог, так и без него. Если заемщик предлагает в залог недвижимость (дом, квартиру, земельный участок), то для банка он – надежный клиент и тогда получение потребительского кредита гарантировано.

Как правило, при принятии решения о выдаче кредита кредитные организации запрашивают национальные (региональные, местные) кредитные бюро о кредитной истории клиента, которые располагают данными о физических лицах, когда-либо получавших кредиты, об истории погашения этих кредитов и о кредитном рейтинге заемщиков.

В Республике Беларусь банки используют, примерно, такие же схемы управления кредитным риском. В частности, для получения кредита в ОАО «АСБ Беларусбанк» заявитель – физическое лицо представляет документ, удостоверяющий личность и справку о среднемесечном доходе и размере производимых удержаний за последние три месяца. При этом он должен обеспечить поручительство по кредитному договору, подтвержденное документально. Одновременно банк запрашивает кредитный отчет из Кредитного регистра Национального банка Республики Беларусь, как по заемщику, так и по его поручителям.

В заключение отметим, что в нестабильных экономических условиях перед банками стоит задача поиска новых или совершенствования существующих методов оценки кредитного риска физических лиц, адаптированных к текущей ситуации в стране и позволяющих более точно просчитать вероятность неплатежей клиентов.

Необходимо с объективностью подходить к вопросам, связанным с отрицательной кредитной историей или сравнительно коротким стажем на последнем месте работы и т. п., ведь причина может заключаться не в недобросовестности заемщика, а в неблагоприятном стечении обстоятельств, что независимо от воли заемщика привело к негативным последствиям с точки зрения получения нового кредита.

М. С. АЛЕКСАНДРЕНКО

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

Функционирование рынка потребительских товаров и недвижимости во многом зависит от развитости кредитования физических лиц. Осуществляя кредитную деятельность (для получения прибыли и стимулирования экономического роста в стране), банки вынуждены обслуживать клиентов с различными личностными и финансовыми характеристиками, подвергаясь риску неопределенности в отношениях с заемщиками. Тем самым возникает необходимость современной оценки риска, связанного с кредитованием частных клиентов, которая включает анализ кредитоспособности заемщика. Кредитоспособность заемщика – понятие достаточно широкое и включает в себя, как финансовое состояние клиента, так и его моральные и деловые качества.

В разных странах (и даже в каждом отдельном банке) применяют собственную систему оценки, исходя из конкретных условий сделки. Часто банки скрывают используемые модели оценки платежеспособности, что связано с большими конкурентными преимуществами, которые дают такие модели. Тем не менее, все их разновидности можно объединить в два взаимосвязанных способа оценки кредитоспособности заемщика – экспертный метод и кредитный скоринг (балльный метод).

В большинстве развитых стран анализ кредитоспособности физических лиц проводится по следующим направлениям:

- personal capacity – личные качества потенциального заемщика (честность, серьезность намерений, характеристика как хорошего работника и т. д.);
- revenues – доходы клиента, анализ совокупного дохода семьи. При этом считается, что расходы клиента на погашение кредита не должны превышать третьей части месячных доходов клиента;
- material capacity – обеспечение кредита, включая анализ движимого и недвижимого имущества клиента.

Например, в США в заполняемой физическим лицом – заемщиком анкете основными пунктами являются: личные свойства клиента; общее образование; техническая квалификация; физическое состояние; имущество.

В Германии и Франции рассчитывается месячный доход и месячный расход, получая располагаемый доход. Платежеспособность оценивается как хорошая, если сумма по обслуживанию долга составляет 60 % и более.

А. М. ДАНЬКОВ, Е. О. ЧУКОВ

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

Регулированием передаточного отношения называют принудительное изменение параметров передачи, в данном случае, зубчатой планетарной, с целью регулирования скорости движения рабочих органов машин и механизмов. Это понятие подразумевает также сохранение данного значения передаточного отношения в течение заданного промежутка времени.

Среди плавнорегулируемых механических передач наиболее перспективными являются передачи зацеплением, в которых силы взаимодействия элементов передачи движения нормальны к контактирующим поверхностям, причем плавнорегулируемая зубчатая передача может быть образована колесами с изменяемым условным начальным диаметром.

Качество регулирования передаточного отношения передачи можно характеризовать следующими основными количественными показателями:

- диапазоном регулирования, определяемым как отношение максимального значения передаточного отношения i_{\max} к минимальному i_{\min} ;
- плавностью регулирования, определяемой числом получаемых в данном диапазоне значений передаточного отношения – с их увеличением плавность регулирования возрастает;
- экономичностью регулирования, определяемой капитальными и эксплуатационными затратами на изготовление и обеспечение функционирования передачи;
- стабильностью сохранения заданного передаточного отношения (плавностью хода).

Текущее значение $i_{\text{тек}}$ передаточного отношения передачи определяется текущим значением условного начального диаметра составного центрального зубчатого колеса, представляющего собой начальный диаметр такого цельного зубчатого колеса, называемого условным центральным зубчатым колесом, к которому делительные дуги всех зубчатых секторов реального центрального зубчатого колеса будут касательными. Число зубьев $z_{\text{уцк}}$ этого колеса определяется как отношение условного начального диаметра к модулю зацепления. В соответствии с принципом действия передачи, начальный диаметр ее условного центрального зубчатого колеса может принимать любое значение в интервале от минимального до максимального значения, которым соответствуют значения числа зубьев от $(z_{\text{уцк}})_{\min}$ до $(z_{\text{уцк}})_{\max}$, следовательно, и условное число зубьев $z_{\text{уцк}}$ может приобретать любое (в том числе и

дробное значение). Легко видеть, что при числе зубьев сателлита $z_{сам} = 32$, вполне приемлемо значение разности $(z_{уцк})_{мин} - z_{сам} = 2$ и $(z_{уцк})_{макс} = 64$ (что соответствует единичному преобразованию), передача обеспечивает диапазон регулирования $D = 16$. То есть планетарная плавнорегулируемая передача имеет более чем удовлетворительные значения двух первых показателей качества регулирования. Показатель экономичности регулирования у этой передачи не хуже, чем у существующих фрикционных передач, так как они могут иметь близкие по принципу действия и конструкции механизмы регулирования передаточного отношения. Последний показатель необходимо рассматривать в тесной связи с одним из главных требований, предъявляемых к любой передаче – плавностью хода, которая обеспечивается строгим постоянством установленного передаточного отношения $i_{тек}$ в течение заданного времени.

ГОСТ 1643-81 «Основные нормы взаимозаменяемости. Передачи зубчатые цилиндрические. Допуски» устанавливает следующие нарушающие плавность хода составляющие максимальной суммарной кинематической погрешности зубчатой передачи, обусловленной всеми неточностями изготовления зубчатых колес:

– составляющая, проявляющаяся за один оборот и обусловленная биением зубчатого венца (эксцентриситета) и накопленной ошибкой окружного шага;

– составляющая, проявляющаяся с зубцовой частотой и обусловленная разностью соседних окружных шагов и отклонениями профиля зубьев от идеального.

Эти погрешности вызывают периодические колебания передаточного отношения передачи относительно его среднего значения и их проявления нивелируются повышением точности изготовления зубчатых колес и сборки передачи. В планетарной плавнорегулируемой передаче сюда добавляются погрешности, вызванные, во-первых, некруглостью окружного шага секторов центрального зубчатого колеса окружному шагу зубьев, периодически проявляющиеся в зонах пересопряжения секторов центрального зубчатого колеса, и, во-вторых, отклонением положения всех зубьев секторов, кроме центрального, от номинального (при всех значениях передаточного отношения передачи, кроме минимального), причем суммарное влияние этих факторов на величину погрешностей имеет тенденцию к увеличению по мере изменения передаточного отношения передачи от минимального значения к максимальному. Это увеличение носит не монотонный, а циклический характер и определяется числом зубьев условного центрального зубчатого колеса. Поскольку устранить погрешность угла поворота сателлита не представляется возможным, необходимо нейтрализовать результат ее проявления – повышенную внутреннюю динамику передачи, что предполагает наличие в силовой кинематической цепи передачи упругой связи ее элементов, а именно, зубчатых венцов сателлита.

УДК 378.001.76

ИННОВАЦИИ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ

Э. И. ЯСЮКОВИЧ, В. П. ВАСИЛЕВСКИЙ, Ю. Д. СТОЛЯРОВ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Процесс реформирования системы образования сопровождается механизмами динамичного саморазвития, т. е. обладает таким качеством, как инновационность. Поэтому перед системой высшего образования стоит задача организации образовательного процесса таким образом, чтобы выпускники вуза успешно могли реализовать себя не только на профессиональном поприще, но и были готовы к успешной самореализации и самоутверждению в различных областях. Кроме этого, высокий динамизм и масштабность перемен мирового развития обуславливают формирование у личности особой социальной характеристики – универсальности, требующей у современного специалиста наличия профессиональных, общественно-социальных, познавательных, информационно-коммуникативных и культурно-духовных компетенций, которые должны обеспечить ему необходимую мобильность в соответствии с требованиями ускоряющихся научно-технических и социальных преобразований в современном мире.

Формирование личности специалиста с перечисленными качествами возможно лишь при развитии инновационного образования, представляющего собой такой процесс образовательной деятельности, которая стимулирует у будущих специалистов стремление внести изменения в существующую культуру, социальную сферу и экономику с целью создания нового, конкурентоспособного продукта.

Таким образом, инновационное образование возможно в результате целого комплекса преобразований в управлении знаниями, технологиями образования и оценке его качества. Инновационная модель высшего образования требует значительных усилий по совершенствованию организации учебного процесса; внедрению в учебно-воспитательный процесс инновационных образовательных технологий; систем менеджмента качества образования; развитию инновационных форм интеграции образования, науки и производства; повышению эффективности научных исследований в высших учебных заведениях; развитию международного сотрудничества вузов; укреплению учебно-материальной базы вузов.

Насущной проблемой при модернизации системы электропривода является определение экономической эффективности, в том числе и за счет снижения энергопотребления. Невозможность оценки материальной выгоды от проводимых работ на стадии проекта является одним из основных препятствий к широкому внедрению энергосберегающих технологий. Объем экономии электроэнергии зависит от многих факторов: особенностей конкретной технологической установки, используемой системы электропривода, условий эксплуатации. Универсальной методики оценки энергосбережения при модернизации привода на сегодняшний день не существует, однако, существует большое количество методик для типовых решений, применяемых в народном хозяйстве, например, системы отопления и горячего водоснабжения на центральных тепловых пунктах (ЦТП).

Многие производители систем электропривода предлагают компьютерные программы по оценке экономической эффективности частотно-регулируемого электропривода насосов и вентиляторов. Например, программный продукт VLT® Energy Box, разработанный датской компанией Danfoss A/S, позволяет рассчитать эффект экономии электроэнергии и подсчитать срок окупаемости проекта при применении преобразователей частоты. Программа позволяет оперировать как с насосными системами, так и с вентиляторными. В окне программы предлагается указать расчетный напор, задать характеристику вентилятора, цикл его нагрузки, время работы и ввести базовые сведения об используемом оборудовании: параметры электродвигателя, параметры преобразователя частоты и один из ключевых параметров – стоимость электроэнергии. В результате можно оценить комплексный эффект энергосбережения, последовательно рассчитать все элементы инженерной системы и получить реальные суммы начальных инвестиций и снижения затрат на эксплуатацию в будущем.

Общий подход оценки энергосбережения предлагается в справочнике IPMVP (International Performance Measurement & Verification Protocol – международный протокол по контролю и верификации экономии финансовых средств), выпущенный EVO (Организация по оценке эффективности www.evo-world.com). Справочник IPMVP используется для оценки эффективности энергосберегающих мероприятий. В справочнике предлагаются методы с различными уровнями стоимости и точности для расчета экономического эффекта при внедрении энергосберегающих технологий как для отдельного проекта, так и целого комплекса проектов, указаны условия необходимые для расчета экономии энергии, приведен алгоритм выбора варианта оценки.

Также в справочнике IPMVP определяется методика энергетического аудита (M&V Plan), определяющая действия, необходимые для определения экономического эффекта от модернизации производства.

УДК 621.787

УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ДЕФОРМИРУЮЩИМИ ШАРАМИ С СООБЩЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ЧЕРЕЗ ВОЗДУШНУЮ (ГАЗОВУЮ) СРЕДУ

А. М. ДОВГАЛЕВ, П. Ф. КОТИКОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Повышение долговечности деталей машин путем применения инновационных методов отделочно-упрочняющей обработки является важной технологической задачей.

К числу перспективных относятся методы поверхностного пластического деформирования с использованием энергии ультразвуковых колебаний, сообщаемых элементам технологической системы. Однако применение этих методов затруднено из-за сложности конструкций используемых ультразвуковых преобразователей.

Для устранения указанного недостатка в Белорусско-Российском университете разработан метод поверхностного пластического деформирования детали деформирующими шарами, которым сообщают ультразвуковые колебания за счет энергии сжатого воздуха. Согласно методу, деформирующий шар (шары) размещают в открытом цилиндрическом канале (каналах) перемещаемого с осевой подачей инструмента. Деформирующий шар прижимают к упрочняемой поверхности вращаемой детали струей воздуха (газа), подаваемого под давлением. В струе воздуха генерируют ультразвуковые колебания, направленные вдоль цилиндрического канала и воздействующие на деформирующий шар [1, 2].

Для реализации метода разработан упрочняющий инструмент с воздушным генератором ультразвуковых колебаний (рис. 1). Инструмент содержит: корпус 1; цилиндрический канал 2; деформирующий шар 3; генератор ультразвуковых колебаний, включающий резонатор 4, сопло 5, кольцевую щель 6, канал 7 для подвода сжатого воздуха. На торце резонатора 4 выполнена коническая поверхность 8, образующая с сопрягаемой поверхностью 9 цилиндрической полости 10 острую кольцевую кромку 11. Деформирующий шар 3 установлен в цилиндрическом канале 2 и имеет возможность осуществлять колебательные движения. Резонатор 4 и сопло 5 закреплены в корпусе 1 соосно. Кольцевая щель 6 расположена напротив острой кольцевой кромки 11. Корпус 1 инструмента закреплен в державке 12 суппорта 13.

В канал 7 инструмента подают воздух (рабочий агент) под давлением. Выходя из кольцевой щели 6, сжатый воздух попадает на острую кольцевую кромку 11 резонатора 4 и образует завихрения (колебания). Часть колеблющегося воздуха попадает в цилиндрическую полость 10 резонатора 4, тормозится и обратным потоком вытекает из резонатора. Взаимодействие струи

воздуха, вытекающей из кольцевой щели 6, с завихрениями на острой кольцевой кромке 11 и периодическим противотоком воздуха, выходящим из кольцевой полости 10 резонатора 4, приводит к пульсации рабочего агента с ультразвуковой частотой. Колеблющийся с ультразвуковой частотой рабочий агент попадает в цилиндрический канал 2 и воздействует на деформирующий шар 3. В результате деформирующий шар 3 осуществляет ультразвуковые колебания и упрочняет поверхность вала 14. Частота ультразвуковых колебаний деформирующего шара 3 зависит от скорости истечения рабочего агента из сопла 5 и расстояния между соплом и острой кольцевой кромкой 11.

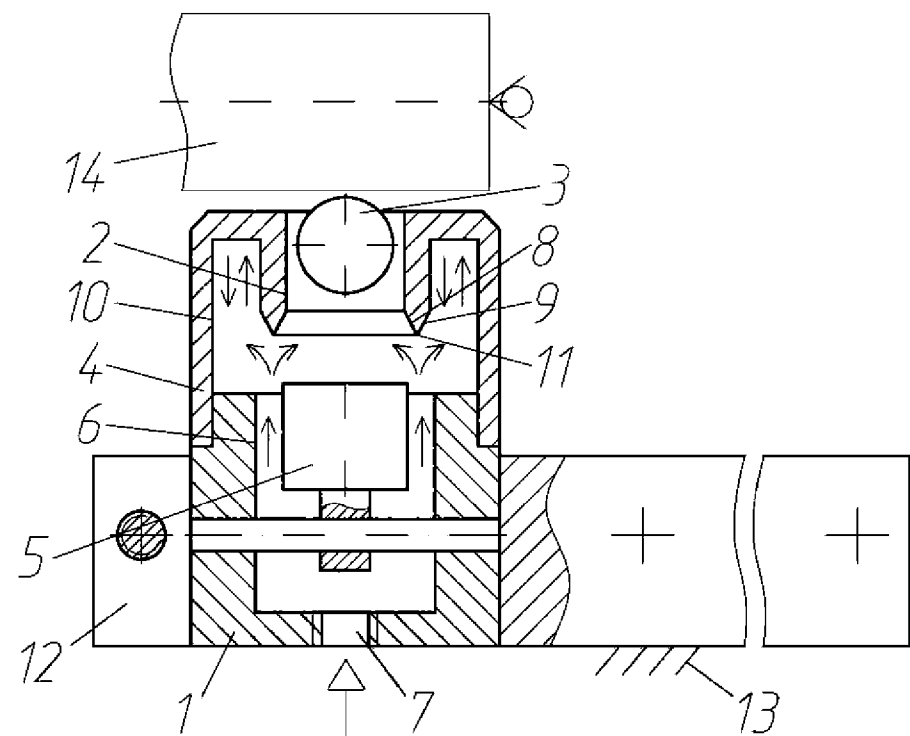


Рис. 1. Конструкция упрочняющего инструмента с воздушным генератором ультразвуковых колебаний деформирующего шара

Преимущества разработанного метода упрочнения: прост в реализации; имеет высокую производительность; не требует сложных генераторов УЗК; позволяет осуществлять упрочняющую обработку внутренних поверхностей деталей большой длины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2068763 РФ, МПК⁶ В 24 В 39/00. Способ управления поверхностным пластическим деформированием и устройство для его осуществления / А. М. Довгалев – 4679342/08; заявл. 18.04.89; опубл. 10.11.1996.
2. Довгалев, А. М. Структурирование поверхностного слоя деталей методом ППД с наложением ультразвуковых колебаний / А. М. Довгалев, П. Ф. Котиков // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев: 24–25 апреля. 2014 г. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2014. – С. 22–23.

УДК 621.313

ОЦЕНКА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

А. В. ЯНКОВИЧ, Л. В. ЖЕСТКОВА, Г. В. ЛАБКОВИЧ

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

Энергосбережение – один из основных качественных показателей эффективности современного технологического оборудования, выпускаемого ведущими фирмами в развитых странах мира. Требование низкого потребления энергоресурсов связано с их высокой стоимостью и влиянием на глобальные экологические процессы в мире. Затраты на энергию, потребляемую технологическими установками за время эксплуатации, в настоящее время, во много раз превышают стоимость самих установок. Учитывая, что больше 60 % всей вырабатываемой электроэнергии используют электродвигатели, можно сделать вывод о высокой актуальности задач энергосбережения при проектировании, применении, а также модернизации систем электропривода.

Развитие электрических машин, силовой электроники, микропроцессорной техники и теории систем управления позволяет значительно повысить энергетическую эффективность современного электропривода, расширить функциональные возможности, значительно снизить его стоимость и минимизировать затраты на эксплуатацию. В этой связи расширяется область применения регулируемого электропривода не только в сферах традиционного применения, но и там, где до настоящего времени использовался простой нерегулируемый асинхронный электропривод на базе двигателя с короткозамкнутым ротором.

Среди основных направлений модернизации действующих технологических установок, при которой имеется потенциальная возможность энергосбережения посредством электропривода, можно выделить:

- внедрение частотно-регулируемых асинхронных электроприводов в системах водоснабжения, водоотведения, отопления и вентиляции для регулирования скорости вращения насосов, вентиляторов, нагнетателей, воздуходувок, компрессоров и т. п.;
- использованием регулируемых электроприводов в энергоемких установках, технологический процесс которых характеризуется переменной нагрузкой электродвигателей;
- применение энергосберегающих двигателей с повышенным коэффициентом полезного действия;
- применение регулируемых электроприводов со встроенной функцией оптимизации энергопотребления.

А. М. ДОВГАЛЕВ, И. А. ТАРАДЕЙКО

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

Научный и практический интерес представляет разработанный метод комбинированного магнитно-динамического накатывания поверхности валов, основанный на использовании энергии магнитного поля.

Согласно методу, на упрочняемую поверхность вала одновременно воздействуют деформирующими шарами и вращающимся постоянным (переменным) магнитным полем инструмента с индукцией 0,005 – 1,2 Тл.

При этом продольную ось инструмента смещают на определенное расстояние от оси вращения вала. Инструмент вращают и перемещают с осевой подачей.

Метод позволяет совместить во времени процессы упрочнения поверхности детали магнитно-динамическим накатыванием и вращающимся магнитным полем. В результате комплексного силового и магнитного воздействий повышаются эффективность процесса поверхностного пластического деформирования детали и качественные характеристики упрочненной поверхности.

Для осуществления магнитно-динамического накатывания валов разработан инструмент, содержащий оправку, диски, деформирующие шары, источники магнитного поля, магнитную систему для воздействия на упрочняемую поверхность вращающимся магнитным полем. Диски установлены соосно оправке и образуют кольцевую камеру. В кольцевой камере расположены деформирующие шары, взаимодействующие с источниками магнитного поля инструмента (Патент 15364 РБ).

В работе выполнено математическое моделирование комбинированного магнитно-динамического накатывания валов. Определена кинематика движения деформирующих шаров, получающих энергию деформирования от источников магнитного поля инструмента и периодически взаимодействующих с поверхностью вала.

Проведены исследования зависимости шероховатости поверхности от основных конструктивных и технологических параметров процесса комбинированного упрочнения. Установлены оптимальные режимы упрочняющей обработки для достижения минимальной шероховатости поверхности вала.

Разработанный метод комбинированного упрочнения предназначен для отделочно-упрочняющей обработки ответственных поверхностей валов с целью повышения их физико-механических и эксплуатационных свойств.

Приняты следующие оценки: среднее (mean), медиана (med); характеристика и рассеяния (стандартное отклонение s ; максимум (max); минимум (min), диапазон (range), коэффициенты асимметрии распределения (γ_3) и эксцесса (γ_4).

В соответствии с результатами исследований отмечается, что трендовая составляющая восстанавливается в экспериментах с соотношением выбранных оценок $\Phi_T:\Phi_H:\Phi_N = 10:1:1$ при $n = 100, 200, 300$; $10:1:1$ при $n = 100, 200, 300$; $1:1:10$ при $n = 100$.

Гармоническая составляющая восстанавливается в экспериментах с соотношением оценок $\Phi_T:\Phi_H:\Phi_N = 1:1:1$ при $n = 100, 200, 300$; $1:10:1$ при $n = 100, 200, 300$; $10:1:1$ при $n = 100, n = 200$ (рисунок 1), $n = 300$; $10:10:1$ при $n = 100, 200, 300$.

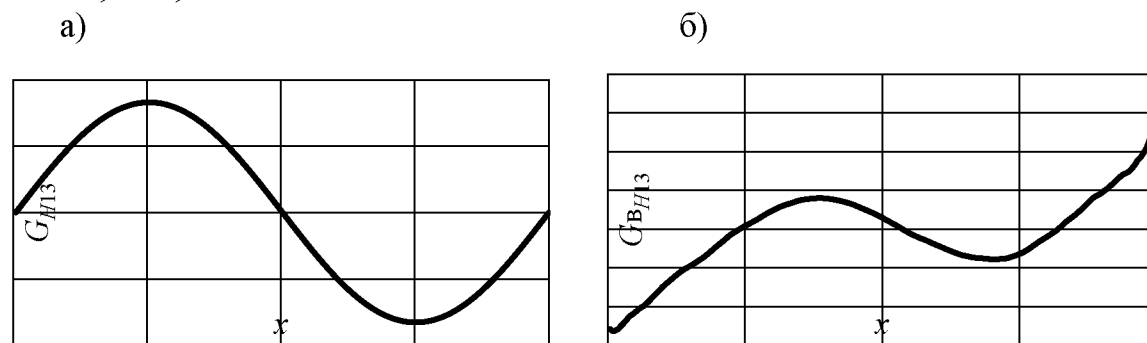


Рис. 1. Гармоническая составляющая: а – первоначальная и б – восстановленная при оценках $\Phi_T:\Phi_H:\Phi_N = 10:1:1$

Трендовая составляющая восстанавливается с изменением направления на противоположное в экспериментах с соотношением $\Phi_T:\Phi_H:\Phi_N = 1:1:1$ при $n = 100, 200, 300$; $1:1:10$ при $n = 200, 300$; $1:10:1$ при $n = 100, 200, 300$; $10:10:10$ при $n = 100, 200, 300$.

Гармоническая составляющая не восстанавливается (имеются значительные отклонения от амплитуды и числа периодов) в экспериментах с соотношением оценок $\Phi_T:\Phi_H:\Phi_N = 1:1:10$ при $n = 100, 200, 300$; $1:10:10$ при $n = 100, 200, 300$; $10:1:10$ при $n = 100, 200, 300$; $10:10:10$ при $n = 100, 200, 300$.

Выполненные исследования показывают неоднозначность восстановления при определенных соотношениях оценок, что необходимо учитывать в практическом применении метода анализа сингулярного спектра для принятия решений [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Якимов, Е. А. Сингулярный спектральный анализ последовательностей данных на этапе эксплуатации имитационной модели / Е. А. Якимов, О. М. Демиденко, А. И. Якимов // Вестн. БГТУ. – 2013. – № 1 (37). – С. 95–101.

А. В. ЛОКТИОНОВ, Д. В. КОРНЕЕНКО

Учреждение образования
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Витебск, Беларусь

Следует различать два основных механизма фальцпресса: механизм формообразования кромки загнутого края и механизм его формования. Первый служит для обеспечения криволинейного контура детали, второй – для обеспечения устойчивого сгиба ее края. Если второй требует энергозатратных технологических воздействий (подвода пара, тепла, высокого давления), то, в случае первого механизма, первостепенную роль играют факторы точности при формировании криволинейного контура. Жесткость при изгибе ткани невелика, поэтому для первоначального изгиба края достаточно усилия до 1-2 Н. В то же время этот фактор представляет опасность, поскольку вводит вероятность преждевременной загибки края детали по контуру, отличному от заданного, появления складок и диагональных морщин.

Конструктивно механизмы формообразования края детали различаются в зависимости от способа обработки детали: последовательного или параллельного.

В случае последовательного способа обработки детали используются механизмы проходного типа. В них, как правило, применяется жесткий узел направителя типа «улитки» или другого подобного типа. Такое устройство исключает опасность появления преждевременных складок, однако, требует навыков работы оператора, обслуживающего фальцпресс, поскольку подача детали в направитель ведется вручную.

В настоящее время по фальцпрессам отсутствуют сведения методического характера, позволяющие конструировать и рассчитывать механизмы формообразования загнутого края текстильной детали. Для различных типов механизмов формообразования разработана методика их расчета.

Методика расчета механизмов формообразования проходного типа предназначена для определения геометрических параметров самого направителя, обеспечивающего захват при изгибе края детали необходимой ширины (5–12 мм). Для длинномерных деталей такая методика изложена в работе [1]. Автор предлагает модель для определения координат любой точки на поверхности «завитка» ткани, проходящего через направитель, что позволяет сконструировать рабочую поверхность самого направителя. Установлено, что расчетная формула, связывающая координаты поверхности «завитка» ткани (рис. 1), имеет вид:

Е. А. ЯКИМОВ, Е. А. ЗАЙЧЕНКО, Т. Л. ШЕБАН

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

Метод анализа сингулярного спектра, или иначе SSA-метод (Singular Spectrum Analysis) разработан для анализа временных рядов, позволяет выделить аддитивные составляющие временного ряда, которые описывают тренд первоначального ряда, гармонические колебания и те составляющие рядов, которые относят к «шуму».

Этапы исследования включают вложение, сингулярного разложение, группировку и диагональное усреднение. В соответствии с методикой исследования задается первоначальный временной ряд $G = G_H + G_T + G_N$ с гармонической G_H , трендовой G_T и шумовой G_N составляющими. Аддитивные составляющие ряда задаются аналитическими функциями. Ставится задача выявления особенностей и количественной оценки качества восстановления аддитивных составляющих временного ряда.

Файл с первоначальным временным рядом представляет собой текстовый файл, содержащий последовательность вещественных чисел. Выходной файл, создаваемый программой BelSim 2#.SSA, представляет собой текстовый файл и графические файлы. Выходной текстовый файл хранит в себе следующую информацию: исходный временной ряд; численные значения трендовой, периодической и шумовой составляющей. Выходные графические файлы содержат: графики исходного ряда; сингулярных векторов; сингулярных чисел; лепестковые диаграммы левых и правых сингулярных векторов; трендовой, периодической и шумовой составляющей.

Исследования проведены с нормированным временным рядом, в котором исключается постоянная составляющая тренда и используется динамическая трендовая составляющая G_{TD} . Для сравнения результатов использовали оценки Φ_{TD} , Φ_H и Φ_N , определенные по формулам:

$$\Phi_{TD} = \frac{\sum_i^n x_i^2}{n}; \quad \Phi_H = \frac{\sum_i^n x_i^2}{n}; \quad \Phi_N = \frac{\sum_i^n x_i^2}{n},$$

где x_i^2 – квадрат i -ых элементов первоначальной и восстановленной составляющей ряда.

Проведены следующие эксперименты в зависимости от соотношения $\Phi_{TD} : \Phi_H : \Phi_N = 1:1:1; 1:1:10; 1:10:1; 1:10:10; 10:1:1; 10:1:10; 10:10:1; 10:10:10$. Исследовали временные ряды с длиной $n = 100, 200, 300$.

средах» (ТР ТС 012/2011) и соответствующими техническими нормативными правовыми актам (ТНПА), указанными в сертификате соответствия техническому регламенту;

- обучение и аттестация эксплуатационного персонала правилам технического обслуживания взрывозащищенных средств автоматизации и контроля, включая монтаж, ввод в эксплуатацию, проведении проверок, отключение и вывод из эксплуатации;

- формирование, требуемого в соответствии с эксплуатационной документацией, набора сертифицированных технических средств (приборов, приспособлений и инструментов) для контроля параметров взрывозащиты при техническом обслуживании.

Основными требованиями качественного ремонта взрывозащищенных средств автоматизации и контроля являются:

- обучение и аттестация ремонтного персонала правилам ремонта средств взрывозащиты, включая дефектацию, разборку, восстановление, сборку, испытания и идентификацию отремонтированных средств взрывозащиты после ремонта;

- наличие ремонтной документации, выполненной в соответствии с требованиями ЕСКД и соответствующими ТНПА, указанными в сертификате соответствия техническому регламенту ТР ТС 012/2011 на ремонтируемые взрывозащищенные средства автоматизации и контроля;

- наличие требуемого для проведения ремонта комплекта сертифицированных технических средств (приспособлений, инструментов, приборов), а также материалов.

Предприятия или организации, деятельность которых связана с техническим обслуживанием и/или ремонтом взрывозащищенных средств автоматизации и контроля (контрольно-измерительных приборов и автоматики для взрывоопасных производств и объектов), должны получить в установленном порядке специальные разрешения (лицензии) Госпромнадзора на указанную выше деятельность.

Белорусско-Российский университет (научно-исследовательская лаборатория «Взрывозащищенное электрооборудование») в соответствии с договором о сотрудничестве с Госпромнадзором проводит обучение (повышение квалификации и аттестацию) специалистов и инженерно-технических работников ремонтных и эксплуатационных служб, разрабатывает ремонтно-эксплуатационную документацию на взрывозащищенные средства автоматизации и контроля, проводит для предприятий и организаций консультации по вопросам, связанным с техническим обслуживанием и ремонтом средств взрывозащиты. С этой целью в научно-исследовательской лаборатории «Взрывозащищенное электрооборудование» разработано соответствующее информационное, методическое, программное обеспечение, помогающее предприятиям и организациям Республики Беларусь реализовать указанные выше требования.

$$Z_{1,2} = \frac{\operatorname{tg} \alpha \left(-X \pm \sqrt{X^2 + a^2 (\operatorname{tg}^2 \alpha - 1)} \right)}{\operatorname{tg}^2 \alpha - 1}, \quad (1)$$

где Z – координата, перпендикулярная опорной поверхности ткани и отсчитываемая от нее; X – координата в опорной поверхности ткани, перпендикулярная линии сгиба; α – угол между биссектрисой угла наклона сечения «завитка» и опорной поверхностью ткани; a – расстояние от начала координат до вершины параболы «завитка».

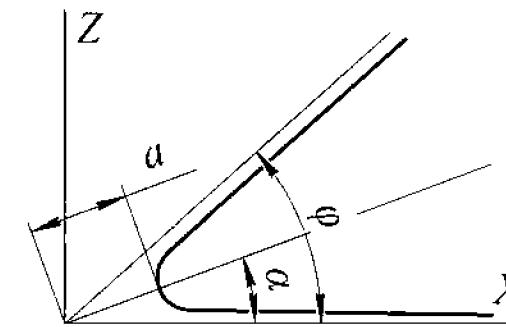


Рис. 1. Поперечное сечение «завитка» ткани

Выражение (1) сохраняется и для направляемых, используемых для получения криволинейных контуров, однако требует учета искривления продольной координаты.

В случае параллельного способа обработки детали используются рычажные механизмы загибки по шаблону. Предложен следующий порядок их проектирования и расчета:

- моделирование процесса формообразования при пересечении геометрических примитивов криволинейного контура фальцуемой детали;
- моделирование рабочей поверхности рабочих органов (в частности, загибочных пластин) по модели процесса формообразования;
- составление тактограммы работы рабочих органов;
- выбор структуры механизма (пространственной или плоской);
- определение необходимых групп Ассур для обеспечения заданного движения рабочих органов;
- геометрический и оптимизационный синтез механизма по крайним положениям рабочих органов;
- кинематический и силовой анализ механизма;
- расчет механизма на точность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Степин, В. И.** Проектирование рабочей поверхности устройств формования края ткани / В. И. Степин, В. А. Пищиков // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 1971. – № 2. – С. 92–97.

А. В. ЛОКТИОНОВ, Д. В. КОРНЕЕНКО

Учреждение образования
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Витебск, Беларусь

В прессах легкой промышленности в качестве объекта обработки выступает упругопластический материал (ткань, кожа, кожеподобные материалы и т.д.), который может, помимо упругих и пластических деформаций, испытывать еще и эластические. При этом технологическое усилие на рабочем органе носит переменный характер, не приводимый к линейному. Более того, рычажные механизмы, сообщающие необходимое движение рабочему органу от пневмопривода (гидропривода), увеличивают переменный характер в усилении на поршне цилиндра привода.

В работе [1] приведена кривая зависимости технологического усилия от хода поршня цилиндра для механизма, схема которого представлена на рис. 1. Поршень цилиндра представлен кулисой 1, а корпус цилиндра – кулисным камнем 2. Движение сообщается от кулисы 1 рабочему органу, связанному с ползуном 5 с помощью рычажного усилителя 3-4. При работе механизма на сжатие текстильных материалов, кривая зависимости усилия на поршне цилиндра имеет куполообразный вид [1].

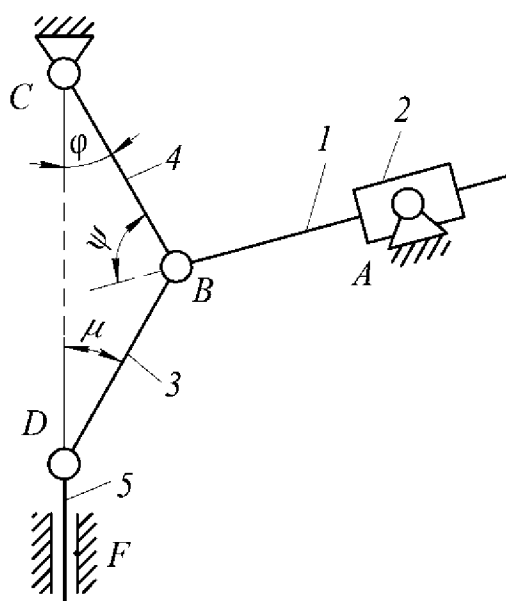


Рис. 1. Схема механизма пневмопривода с переменным технологическим усилием пресса

Л. Г. ЧЕРНАЯ, В. Н. АБАБУРКО, *В. Ч. КАНТОР

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
*ДЕПАРТАМЕНТ ПО НАДЗОРУ ЗА БЕЗОПАСНЫМ ВЕДЕНИЕМ РАБОТ
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ (ГОСПРОМНАДЗОР)
Могилев, Минск, Беларусь

Современное нефтехимическое производство требует применения большой номенклатуры средств автоматизации и контроля, оснащенных средствами взрывозащиты. Конструкция указанных технических средства основывается на широком использовании следующих видов взрывозащиты для газопаровоздушных взрывоопасных сред:

- искробезопасная электрическая цепь «i» («ia», «ib», «ic»);
- взрывонепроницаемая оболочка «d»;
- взрывозащита вида «e»;
- заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением «p» («px», «py», «pz»);
- герметизация компаундом «m» («ma», «mb», «mc»);
- масляное заполнение оболочки «o»;
- взрывозащита вида «n»;
- кварцевое заполнение оболочки «q»;
- концепция искробезопасной системы полевой шины FISCO;
- защита оборудования, использующего оптическое излучение в потенциально взрывоопасных средах «or»;
- специальный вид взрывозащиты «s».

Особенностями систем автоматизации и контроля является раздельная модульная компоновка, при которой отдельные части единой электротехнической системы располагаются на территории с различными взрывоопасными зонами, что означает различное сочетание видов и уровней взрывозащиты в одном комплекте электрооборудования. Дополнительные сложности вызывают возможные сочетания некомплектного оборудования, выпущенного различными производителями (особенно в Китае и странах Северной Америки), используемого в связанных взрывозащищенных системах (искробезопасные цепи, системы обеспечения продувки, цепи с оптической связью).

Основными требованиями качественного технического обслуживания взрывозащищенных средств автоматизации и контроля являются:

- наличие полного комплекта эксплуатационной документации, выполненной в соответствии с требованиями технического регламента Таможенного союза «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных

трооборудование» Белорусско-Российского университета разработана методика расчета параметров кабельных соединений с учетом требований технического регламента Таможенного союза «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах» (ТР ТС 012/2011), которая включает следующие составляющие:

- рекомендации по выбору преобразователя частоты или устройства плавного пуска с точки зрения обеспечения требований взрывозащищенности для управления некомплектным взрывозащищенным электродвигателем, необходимость дополнительных мероприятий по обеспечению взрывобезопасности (дополнительной системы независимого охлаждения или подсистемы внешнего температурного контроля наиболее нагретых поверхностей электрооборудования во взрывоопасной зоне);

- расчет параметров питающего напряжения (максимальные значения импульсов перенапряжения и действующее значение) и выбор оптимального варианта кабеля (тип, сечение проводников и материал изоляции) с учетом пространственной конфигурации линии и данных питаемого электродвигателя;

- определение оптимальных настроек и закона частотного регулирования силового преобразователя с учетом параметров выбранного кабеля и состава периферийного оборудования в составе регулируемого электропривода;

- учет особенности монтажа как силовых кабельных систем, так и, при необходимости, контрольных кабелей датчиков электродвигателя или подсистемы температурного контроля на конкретной технологической установке в зависимости от класса взрывоопасной зоны и параметров взрывоопасных смесей.

Рекомендуется применять в качестве сетевого – кабель неэкранированный, в качестве кабеля электродвигателя – силовой кабель с концентрическим защитным проводником, но лучше силовой кабель с экранирующей оболочкой, с низким полным волновым сопротивлением. Должны быть исключены длинные параллельные участки с другими кабелями для уменьшения электромагнитных помех, вызванных быстрыми изменениями выходного напряжения преобразователя частоты. На обоих концах экранированного кабеля двигателя следует выполнить высокочастотное 360° заземление экрана соединением с корпусом двигателя и преобразователя частоты.

Представленная методика позволяет на этапе проектирования кабельных линий обеспечить требуемый уровень взрывобезопасности при питании взрывозащищенных электродвигателей от преобразователей частоты или устройств плавного пуска. Расчетная часть методики реализована в виде отдельного программного модуля пакета TergoDrive2, разработанного в научно-исследовательской лаборатории «Взрывозащищенное электрооборудование» Белорусско-Российского университета.

Время движения поршня пневмопривода [2] определяется из дифференциального уравнения:

$$a = \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{(p_1F_1 - p_2F_2 - P_{пол} - P_{тр})}{m}, \quad (1)$$

где a – ускорение поршня цилиндра; x – координата поступательного движения поршня цилиндра; p_1, p_2 – давления в штоковой и бесштоковой полостях цилиндра; F_1, F_2 – площади сечений штоковой и бесштоковой полостей цилиндра; $P_{пол}$ – полезное технологическое усилие на поршне цилиндра; $P_{тр}$ – сила трения поршня в корпусе цилиндра; m – масса поршня цилиндра.

Числитель правой части выражения (1) содержит все силы, действующие на поршень цилиндра. Для упрощения решения дифференциального уравнения силы $P_{пол}$ и $P_{тр}$, обычно, представляют величинами постоянными [2], их переменным характером пренебрегают. В работе [1] показано, что такое допущение для силы полезного сопротивления дает значительную ошибку в случае пневмоприводов прессов, работающих с упругопластическими материалами. Поэтому принято считать, что три слагаемых числителя являются функциями хода поршня цилиндра, или

$$p_1F_1 = f_1(x), \quad p_2F_2 = f_2(x), \quad P_{тр} = f_3(x). \quad (2)$$

Функции (2) не являются линейными, точное решение дифференциального уравнения (1) не представляется возможным. Для практического использования применяется метод численного интегрирования, к примеру, метод Эйлера, позволяющий дифференциалы переменных $dp_1, dp_2, dP_{пол}$ заменить их малыми приращениями $\Delta p_1, \Delta p_2, \Delta P_{пол}$. Такой способ удобен для реализации на ЭВМ и дает возможность быстрого определения времени движения поршня цилиндра в технологическом цикле работы пресса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корнеев, Д. В. Расчет рычажного усилителя пресса для фальцевания деталей одежды / Д. В. Корнеев // Вестн. ВГТУ. – 2014. – № 26. – С. 51–59.
2. Сункуев, Б. С. Расчет пневмо- и гидропривода машин легкой промышленности : учебное пособие / Б. С. Сункуев. – Минск : ВТИ им. С. М. Кирова, 1988. – 46 с.

УДК 621.833.6

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА
ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ РУЧНОГО
ПОДЪЕМНО-ТЯГОВОГО МЕХАНИЗМА

С. Д. МАКАРЕВИЧ, Д. М. МАКАРЕВИЧ

Учреждение «МОГИЛЕВСКОЕ ОБЛАСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МЧС
Республики Беларусь»
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 договором НИОКР между ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет и Учреждением «Могилевское областное управление МЧС». По результатам работы была разработана конструкция РПТМ и методика определения коэффициента полезного действия (КПД) данного механизма.

Методика определения КПД в РПТМ с роликовым прецессионным зацеплением основана на методике определения потерь мощности в передачах с промежуточными телами качения [1].

Суммарные потери мощности определяются по следующей формуле

$$L = L_z + \sum_{i=1}^n L_{pi}, \quad (1)$$

где L_z – потери мощности в зацеплении; L_{pi} – потери мощности в i -ом подшипнике, несущем ролик; n – количество нагруженных подшипников.

Принимаем $n = 4$, так как два ролика, контактирующие с зубчатым колесом, находятся в противофазе.

Предположим двупарное зацепление – зубья колеса контактируют с роликами в двух точках. Сила, действующая в зацеплении [2]:

$$R_{A2} = C_1 \cdot \frac{(\Phi_{K2} + T) \cdot z_{K2}}{\cos \beta \cdot \cos \alpha \cdot \left(\frac{R_F}{\cos \theta} - b \cdot \operatorname{tg} \theta \right)}, \quad (2)$$

где C_1 – поправочный коэффициент ($C_1 = 0,7$); Φ_{K2} – сила инерции груза; α – угол зацепления; β – угол конусности роликов; R_F – радиус расположения конических роликов; b – расстояние от точки прецессии до зубчатого венца барабана РПТМ; θ – угол наклона оси сателлита к оси входного вала; T – грузоподъемность.

Потери мощности в зацеплении:

$$L_z = 2 \cdot R_{A2} \cdot f \cdot \operatorname{tg}(\alpha) \cdot v_K, \quad (3)$$

где f – коэффициент трения ($f = 0,1$); α – угол зацепления; v_K – скорость точки контакта.

УДК 621.3

КАБЕЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫХ
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ ЧАСТОТЫ
И УСТРОЙСТВАМИ ПЛАВНОГО ПУСКА

Л. Г. ЧЕРНАЯ, В. Н. АБАБУРКО, *А. Е. САЗОНКО

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
*ДЕПАРТАМЕНТ ПО НАДЗОРУ ЗА БЕЗОПАСНЫМ ВЕДЕНИЕМ РАБОТ
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ (ГОСПРОМНАДЗОР)
Могилев, Минск, Беларусь

При модернизации существующих систем электропривода с целью повышения энергоэффективности производства широко используются преобразователи частоты и устройства плавного пуска. Для взрывоопасных производств, в этом случае, следует учитывать ряд особенностей, связанных с соблюдением требований обеспечения взрывозащищенности. Особенно это связано со стремлением предприятий и подрядных организаций, проводящих проектирование и монтаж оборудования, минимизировать затраты на модернизацию, что может отрицательно повлиять на уровень взрывобезопасности.

Наиболее часто используется вариант модернизации, при котором устанавливается вне взрывоопасной зоны преобразователь частоты или устройство плавного пуска для регулирования параметров питающей цепи статора взрывозащищенного асинхронного электродвигателя. При этом электродвигатель и силовой кабель питающей сети остаются неизменными и соответствуют базовому варианту проекта технологической установки. Это дает, на первый взгляд, очевидные преимущества с точки зрения сокращения затрат на монтаж силовой цепи, но не всегда учитывает следующие негативные моменты:

– повышение в цепях управления уровня помех, создаваемых электромагнитным излучением силовых кабелей, вследствие протекания по ним несинусоидального питающего напряжения;

– появление импульсов высокого напряжения на клеммах подключения электродвигателя, величина которых в зависимости от длины и типа кабеля, а также от параметров инвертирования преобразователя частоты, может в 2–4 раза превышать номинальное напряжение двигателя, что может вызвать коронный разряд на клеммах питания двигателя и стать источником воспламенения;

– снижение диэлектрических свойств изоляции кабеля, которое может вызвать короткое замыкание в питающей сети.

Для оценки степени влияния указанных негативных факторов на этапе составления проекта модернизации электроприводов взрывоопасных производств в научно-исследовательской лаборатории «Взрывозащищенное элек-

четного узла, при выполнении требований ПУЭ на допускаемые классы точности преобразователей, допускаемая относительная погрешность не должна превышать 0,99–2,35 % в зависимости от объектов учета.

Однако в практике из-за применения устаревших индукционных счетчиков, «старения» материалов измерительных трансформаторов, нарушения норм и правил учета суммарные погрешности достигают $\pm (10–15) \%$ [2].

Основываясь на физических закономерностях, в работе предложена методика выявления потребляемой сетью извне энергии, при которой относительные значения потерь не превышают уровня, предусмотренных нормативом, и найден критерий минимума потерь ($n_{кр}$), равный

$$n_{кр} = \sqrt{\frac{\Delta W_{пост}}{\Delta W_{нагр}}},$$

где $n_{кр}$ – критерий минимума потерь; $\Delta W_{пост}$ – постоянные потери; $\Delta W_{нагр}$ – переменные потери.

Анализ показателей эффективности работы РЭС показывает большой диапазон изменения отчетных потерь от 5 до 15 %. Однако при этом самое большое значение отчетных потерь не характеризует полностью деятельность персонала. Так как их составной частью, в основном, являются технические потери, которые, в свою очередь, определяются сложившейся технической структурой сетей и долей электрической энергии, отданной по прямым фидерам. В связи с этим, относительные технические потери целесообразно оценивать по салдо перетоку или с применением таких дополнительных показателей, как отношение постоянных потерь к переменным

$$n_{кр} = \sqrt{\frac{\Delta W_{пост}}{\Delta W_{перем}}}$$
 или по критерию минимума коммерческих потерь. При

этом значения коммерческих потерь определяют как разницу между отчетными потерями и суммой следующих четырех составляющих: постоянные, нагрузочные, собственные нужды подстанции и недоучет энергии [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Железко, Ю. С. Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях / Ю. С. Железко. – М. : Энергоатомиздат, 1989.
2. Забело, Е. П. Динамика изменения относительных погрешностей электросчетчиков и обоснование длительности межповерочных интервалов / Е. П. Забело, С. Б. Харлан // Энергосбережение. – № 4. – 2003. – С. 30–40.
3. Старовойтов, А. Г. Учет нормирования и распределения энергии в электрических сетях / А. Г. Старовойтов // Метрология и приборостроение. – № 2. – 2003. – С. 15.

Скорость точки контакта определяется по методике, приведенной в [3]. Предварительно ее можно оценить по формуле

$$v_K = \omega_V \cdot R \cdot \cos \theta, \quad (4)$$

где R – радиус делительной окружности колеса; ω_V – угловая скорость вращения зубчатого колеса относительно собственной оси.

В [4, с. 64] приведена формула, по которой вычисляется мощность трения в подшипнике качения:

$$L_{pi} = P_i \cdot f_{mp} \cdot \pi \cdot d \cdot z, \quad (5)$$

где P_i – эквивалентная нагрузка, действующая на подшипник (по методике [2]); d – диаметр отверстия в подшипнике; f_{mp} – приведенный коэффициент трения; z – число тел качения, несущих нагрузку (z – принимается как 25 % от общего числа тел качения в подшипнике с округлением до целого числа в меньшую сторону).

Эквивалентная нагрузка на подшипник оценивается по значениям действующих реакций. Эти реакции определяются по формулам (4)-(13), приведенным в [5]. С учетом поправочных коэффициентов, данные реакции могут находиться также по формулам (14)-(18) [5].

КПД механизма определится по формуле

$$\eta = \frac{M_2 \cdot \omega_2}{M_2 \cdot \omega_2 + L}, \quad (6)$$

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

Подстановки значений в формулу (3) показали КПД, равный 0,89, что в целом, соответствует реальной картине. Сопоставимый КПД получен и средствами компьютерного моделирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лустенков, М. Е. Кинематический метод определения КПД передач с промежуточными телами качения / М. Е. Лустенков // Вестн. Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева (Казахстан). – 2013. – № 4 (95). – С. 265–273.
2. Технологические аспекты создания рабочих поверхностей передач новых типов: монография / П. Н. Громько [и др.]. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2012. – 209 с.
3. Макаревич, С. Д. Основы кинематического расчета прецессионного редуцирующего механизма лебедки для аварийно-спасательных устройств / С. Д. Макаревич // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2011. – № 1. – С. 51–58.
4. Кошель, В. М. Подшипники качения / В. М. Кошель. – Минск : Нав. і тэхн., 1993. – 255 с.
5. Макаревич, С. Д. Расчет и проектирование прецессионного редуцирующего механизма с коническими роликами для привода подъемно-тягового аварийно-спасательного устройства : автореф. дис...канд. техн. наук по спец. 05.02.02. – Могилев : 2011. – 26 с. : ил.

М. И. МИХАЙЛОВ, П. Н. БОГДАНОВИЧ, К. М. МИХАЙЛОВ

Учреждение образования

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

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
Гомель, Беларусь

Технический уровень машиностроения определяет и технический уровень решающих отраслей народного хозяйства. Очень важно в проектировании сельскохозяйственных машин учитывать факторы надежности при низкой себестоимости.

Процесс измельчения растительной массы происходит при высоких окружных скоростях и является самым энергоемким во всем технологическом процессе работы комбайна. Наиболее нагруженными, подверженными интенсивному изнашиванию являются ножи измельчающего барабана.

При расчете режущего барабана исходили из следующих исходных данных: пропускная способность $G = 30$ кг/с; угол заточки ножа $\beta = 25^\circ$; толщина ножа $b_1 = 8$ мм; ширина ножа $b = 100$ мм; количество ножей $Z = 10$; ширина горловины приемной камеры $B = 640$ мм; ширина фаски ножа $b_2 = 14$ мм. Скорость подачи растений питающим аппаратом V_n

$$V_{\min} = \frac{\pi}{30} \cdot n_7^I \cdot \frac{D_{\text{взн}}}{2} = \frac{3,14}{30} \cdot 134 \cdot \frac{0,14}{2} = 0,98 \text{ м/с};$$

$$V_{\max} = \frac{\pi}{30} \cdot n_7^{II} \cdot \frac{D_{\text{взн}}}{2} = \frac{3,14}{30} \cdot 414,3 \cdot \frac{0,14}{2} = 3,035 \text{ м/с},$$

где: n_7^I, n_7^{II} – частота вращения нижнего заднего вальца на I и II передачах соответственно, об/мин; $D_{\text{взн}}$ – диаметр вальца нижнего заднего, мм.

Толщину слоя материала, как и высоту горловины приемной камеры режущего аппарата, определяли исходя из заданной пропускной способности барабана, расчетной минимальной длины резки, ширины горловины приемной камеры по формуле

$$h_{\max} = \frac{G \cdot 60 \cdot 10^3}{B \cdot l_{\min} \cdot Z \cdot n \cdot \gamma} = \frac{30 \cdot 60 \cdot 10^3}{640 \cdot 2,8 \cdot 10 \cdot 2100 \cdot 300} = 88,6 \text{ мм},$$

где γ – объемная масса сжатой вальцами массы, равная 300–600 кг/м³.

После определения диаметра выполняется компоновка барабана с установкой на нем ножей под оптимальным углом скольжения τ , причем длина барабана лимитируется углом закручивания ножа, который, в свою очередь, обусловлен технологией изготовления барабана.

А. Г. СТАРОВОЙТОВ, Г. И. СКРЯБИНА, И. А. ЧЕРКАСОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Потери электроэнергии являются одним из важнейших показателей закономерности работы предприятий, и, следовательно, их снижение – актуальная задача персонала электрических сетей. В условиях эксплуатации успешное решение этой задачи связано с разработкой экономически эффективных организационно-технических мероприятий, неуклонным их выполнением и ежемесячной оценкой деятельности персонала по основным и дополнительным показателям [1]. Перед разработкой таких показателей полезно выполнить оценку потерь энергии в энергосистеме (с учетом ее закономерной динамики).

В целом, отчетные потери энергии $\Delta W_{\text{отч}}$ определяются разностью между энергией, поступившей в сеть (по показаниям счетчиков приема энергии), и энергией отпущенной потребителям (по показаниям счетчиков отпуска энергии).

Оценка потерь энергии в энергосистеме предполагает сравнение текущей динамики изменения различных показателей (отпуска энергии в сеть, абсолютных и относительных потерь, технических и коммерческих потерь и др.) с закономерной динамикой.

Каждая из них имеет свое оптимальное значение, соответствующее минимуму целевой функции, включающее стоимость потерь и затраты на ее снижение. Анализ динамики этих показателей за последние годы в РУП «Могилевэнерго» показывает, что даже незначительное уменьшение или увеличение отпуска энергии в сеть ведет к росту потерь. Резкое изменение этих показателей должно говорить о несовершенстве системы расчетного учета, об увеличении факторов, нарушающих закономерную динамику. К этим факторам относятся: малые нагрузки, коммерческие потери в балансе электроэнергии (неправильно выписанные счета и несвоевременное поступление платежей за отпущенную электроэнергию), сверхдопустимые погрешности системы учета и др.

Системы учета электрической энергии, установленные на энергообъектах, состоят из совокупности преобразователей и включают в себя: измерительные трансформаторы тока, измерительные трансформаторы напряжения, счетчики электрической энергии, устройства сбора и передачи данных. Все эти преобразователи имеют нормированные метрологические характеристики, которые должны подтверждаться периодическими поверками. Для рас-

А. Г. ПЕТРОВ, А. В. ДРОБОВ, В. Н. ГАЛУШКО

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Гомель, Беларусь

Реализация программного инструментария повышения энергоэффективности электрооборудования, основанная на электрических расчетах электрооборудования, анализе параметров надежности и технических мероприятиях по экономии электроэнергии, представляется актуальной задачей для предприятий железнодорожной отрасли.

Созданы приложения программного инструментария повышения энергоэффективности электрооборудования, позволяющие:

- выбирать защитную аппаратуру; рассчитывать потери мощности и электроэнергии в элементах системы электроснабжения; выбирать сечения проводов или жил кабеля; определять мощность электродвигателя для различных режимов работы; рассчитывать параметры трансформаторов, асинхронных двигателей и машин постоянного тока.

- принимать обоснованные решения по результатам расчетов технических мероприятий по повышению энергоэффективности на основании разработанных форм, внедренных в практику энергоаудитов;

- использовать результаты расчетов в качестве исходных данных для анализа показателей надежности.

Программно-технологический инструментарий реализуется отдельными программами и в виде Web-приложения для персонального компьютера.

Применение программного инструментария, совместно с программами расчета надежности, позволяет повысить энергоэффективность применяемого электрооборудования и оценить показатели эксплуатационной надежности.

Практическое использование результатов расчетов в разработанных и апробированных программах позволит принимать обоснованные решения для различных технических мероприятий повышения энергоэффективности, а также при планировании и нормировании потерь электроэнергии в электрооборудовании и энергетических системах.

Согласно экспериментальным данным угол скольжения следует выбирать в пределах $10^\circ - 20^\circ$, что меньше углов защемления для зеленой массы $\chi = 30^\circ - 45^\circ$.

Силы, действующие на нож при работе питающе-измельчающего аппарата, составили $P_z = 2079,6$ Н, $P_y = 2560,7$ Н и $P_x = 344,4$ Н.

Материалом ножа был выбран чугун ВЧТГ с модулем упругости $E=170$ ГПа и коэффициентом Пуассона $\mu=0,27$, для остальных деталей материалом являлась конструкционная сталь с $E=200$ ГПа и $\mu=0,3$.

Расчеты выполнялись по разработанной 3D модели (рис. 1).

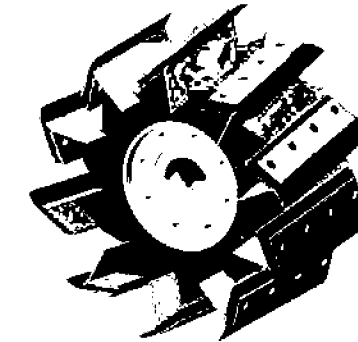


Рис. 1. 3D модель секции режущего барабана

Нагрузкам подвергались ножи с разным количеством крепежных элементов. При анализе перемещений, напряжений и контактных давлений установлено, что наибольшие значения этих показателей наблюдаются у ножей, закрепленных с помощью двух болтов, наименьшие – у варианта с четырьмя болтами.

Для варианта двухболтового крепления ножа максимальное эквивалентное напряжение составило 198 МПа, а для трехболтового крепления – 92 МПа, что в 2,15 раза меньше. При установке ножа на 4 крепежных элемента наблюдается менее значительное уменьшение значений максимальных напряжений: разница между вариантами трехболтового и четырехболтового крепления составила 16 МПа.

Из расчетов и анализа данных следует, что повышение надежности режущего барабана кормоуборочного комбайна может быть достигнуто увеличением числа крепежных элементов ножа и его геометрическими параметрами.

А. Е. НАУМЕНКО

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

Потери давления в гидроаппаратах из-за сложности взаимного влияния геометрической формы каналов не поддаются аналитическому расчёту и определяются эмпирическим путем: испытанием гидроаппарата на гидравлическом стенде. Если в технической документации отсутствуют данные о потерях давления в гидрооборудовании, при расчетных значениях расхода и вязкости жидкости, то они могут быть получены с помощью создания объемной параметрической модели гидроаппарата и ее расчета методом конечных элементов (МКЭ).

В гидросистемах строительного-дорожного машин наиболее сложную геометрическую форму каналов имеет гидрораспределитель. В связи с этим, в данном гидроаппарате возникают значительные потери давления. Для определения потерь давления в гидрораспределителе погрузчика МоАЗ-4048 выполнена его объемная параметрическая модель и на ее основе конечно-элементная модель.

Для определения потерь давления задаются граничные условия – значения скоростей и давления рабочей жидкости на входных и выходных полостях гидрораспределителя: в напорной полости гидрораспределителя - скорость рабочей жидкости, определяемая из условия использования в гидросистеме в качестве насосной станции двух гидронасосов НШ-100А-3; в напорной полости гидроцилиндра - давление, создаваемое нагрузкой на шток гидроцилиндра; в сливной полости гидроцилиндра - скорость рабочей жидкости, которая определяется через скорость рабочей жидкости в напорной полости гидроцилиндров стрелы с учетом коэффициента мультипликации гидроцилиндра; в сливной полости гидрораспределителя - давление, обусловленное наличием сопротивлений в трубопроводах и гидроаппаратах на участке гидросистемы гидрораспределитель – гидробак.

Результатом расчета гидрораспределителя МКЭ являются значения давлений в напорных и сливных полостях гидрораспределителя и гидроцилиндров, зная которые можно определить потери давления в гидрораспределителе.

Наибольшее влияние на потери давления в гидрораспределителе будут оказывать: вязкость рабочей жидкости и расход рабочей жидкости через гидрораспределитель. Для определения влияния этих факторов на потери давления в гидрораспределителе погрузчика МоАЗ-4048 использовалась

В. Н. ЛАПТИНСКИЙ

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

Рассматривается задача управления типа [1]:

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + Q(t)u, \quad \sum_{i=0}^p K_i x(t_i) = 0, \quad (1)$$

$$x(a_s) = h_s, \quad s = 0, 1, \dots, m, \quad (2)$$

где $x \in \mathbb{R}^n$, $u \in \mathbb{R}^r$ ($r \leq n$), $A \in C(J, \mathbb{R}^{n \times n})$, $Q \in C(J, \mathbb{R}^{n \times r})$,

$J = [0, \tilde{T}]$, $0 < \tilde{T} \leq \infty$; $K_i \in \mathbb{R}^{n \times n}$, $h_s \in \mathbb{R}^n$, $0 \leq t_0 < t_1 < \dots < t_p = T < \tilde{T}$,

$0 < a_0 < a_1 < \dots < a_m < T$; K_i, h_s, t_i, a_s – заданные величины типа [1; 2, гл. 1, 6].

Установлено, что методики [1, 2] с использованием [3] могут быть развиты применительно к задаче (1, 2), которая представляет интерес в связи с рядом задач естественных наук (физика, химия и др.), техники (автоматика, робототехника и др.), экономики (например, управление финансовыми потоками).

Для иллюстрации применения предлагаемых методик рассмотрен случай $m = 1$. Доказано, что при выполнении следующих условий: 1) задача (1) однозначно разрешима при любом кусочно-непрерывном управлении $u(t)$; 2) $\det \tilde{M}_{00} \tilde{M}_1 \neq 0$ – одно из возможных управлений имеет вид

$$u(t) = R_0^T(t) \tilde{M}_{00}^{-1} h_0 + \left(R_1^T(t) - R_0^T(t) \tilde{M}_{00}^{-1} \int_0^T R_0(\tau) R_1^T(\tau) d\tau \right) \tilde{M}_1^{-1} L,$$

где величины $R_s(t), \tilde{M}_{00}, \tilde{M}_1, L = L(h_0, h_1)$ выражены через исходные данные задач (1, 2); здесь использованы обозначения, принятые в [2, гл. 6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лаптинский, В. Н. Об одной задаче управления / В.Н. Лаптинский // Еругинские чтения – XI : тез. докл. Междунар. матем. конф., Гомель, 24–26 мая 2006 г. – Минск : Ин-т матем. НАН Беларуси, 2006. – С. 161.
2. Лаптинский, В. Н. Конструктивный анализ управляемых колебательных систем / В. Н. Лаптинский. – Минск : ИМ НАН Беларуси, 1998. – 300 с.
3. Бондарев, А. Н. Многоточечная краевая задача для уравнения Ляпунова в случае сильного вырождения краевых условий / А. Н. Бондарев, В. Н. Лаптинский // Дифференц. уравнения. – 2011. – Т. 47. – № 6. – С. 776–784.

Scrum Team – остальные студенты составляют Scrum-команду. Они берут на себя обязательства по выполнению конкретных задач проекта.

Первый час занятия студенты должны провести стартовый митинг и выбрать задачи для первого спринта (оставшаяся часть пары). Во время митинга требуется выполнить следующие задачи:

- разбить задачу по разработке ПО на более мелкие подзадачи (Story), из которых составляется Product Backlog;
- выбрать из Product Backlog наиболее приоритетные задачи (выбирает ScrumMaster);
- сделать оценку временных затрат на выполнение задач первого спринта;
- можно оценить каждый Story в Story Point;
- создать документ с результатами проведения спринта (пул задач, примерное время выполнения, кто выполняет). Ответственный – Scrum Master.

После того, как разработка спринта завершена, требуется добавить в документ с результатами первого митинга реальное время, которое студенты потратили на выполнение задач.

По окончании спринта студенты предоставляют преподавателю результаты проведения спринта – документ, который они составляли и презентацию разработанного на тот момент ПО. Преподаватель проверяет соответствие возможностей ПО и требований в Product Backlog. Также, Scrum Master должен отчитаться преподавателю о трудностях, которые возникли во время разработки и о результатах спринта (совпало ли примерное время разработки с реальным и почему получился такой результат).

Остальные спринты организуются аналогично. Количество спринтов зависит от уровня сложности задачи. По окончании процесса разработки получается программный продукт, соответствующий требованиям преподавателя (Product Owner).

Методология Scrum активно внедряется во многих компьютерных фирмах при разработке программных продуктов.

Применение методологии разработки программного обеспечения Scrum в учебном процессе позволит выпускникам ВУЗа легче адаптироваться на рабочем месте и быть более конкурентоспособными на рынке труда.

теория планирования эксперимента [1].

Определение потерь давления в гидрораспределителе погрузчика МоАЗ-4048 производим для положений золотников гидрораспределителя в следующих режимах:

- транспортный режим;
- режим подъема гидроцилиндров стрелы;
- режим опускания гидроцилиндров стрелы.

Для указанных рабочих режимов получены уравнения регрессии, представленные в табл. 1.

Табл. 1. Уравнения регрессии для определения потерь давления в гидрораспределителе погрузчика МоАЗ-4048

Режим работы погрузчика	Уравнение регрессии
Транспортный	$\Delta P = 6,001 + e^{-0,041\mu+12,042} + 181300 \cdot v + 18840 \cdot v^2$
Подъем стрелы	$\Delta P = 148900 + e^{-0,02\mu+11,112} + 298900 \cdot v + 131800 \cdot v^2$
Опускание стрелы	$\Delta P = 21,708 + e^{-0,049\mu+13,01} + 483200 \cdot v + 51610 \cdot v^2$

Оценка адекватности предложенных моделей (производилась по критерию Фишера) и их работоспособности (производилась по коэффициенту детерминации) показала, что они являются адекватными и работоспособными.

Кроме этого расчет гидрораспределителя МКЭ позволяет получить значения скорости рабочей жидкости по всему объему гидрораспределителя. Анализ распределения скоростей рабочей жидкости в гидрораспределителе МоАЗ-4048 выявил элементы конструкции, нуждающиеся в оптимизации. В результате были выполнены изменения, представляющие собой замену некоторых закруглений на фаски и изменение формы каналов. В результате оптимизации конструкции гидрораспределителя значение потерь давления при прохождении рабочей жидкости через гидрораспределитель уменьшилось на величину от 18 до 26 %.

Таким образом, расчет гидроаппаратов со сложным сечением каналов, с помощью МКЭ, позволяет производить определение их характеристик и оптимизацию конструкции на стадии проектирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарасик, В. П. Математическое моделирование технических систем: учебник для вузов / В. П. Тарасик. – Минск : ДизайнПРО, 1997. – 640 с.

УДК 621.83.06
ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛА В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ
ПЕРЕДАЧИ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМИ ТЕЛАМИ КАЧЕНИЯ

А. П. ПРУДНИКОВ, Д. М. МАКАРЕВИЧ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Передачи с промежуточными телами качения характеризуются малыми габаритными размерами, что относится к их достоинствам, и невысоким КПД, что является их недостатком. Потери энергии в передачи происходят из-за трения и преобразуются в тепло, теплоотдача которого в окружающую среду затруднена вследствие малых размеров передачи. В рассматриваемых передачах усилие передается между тремя звеньями (ведущее, ведомое и неподвижное) посредством промежуточных тел качения, которые с целью повышения КПД и нагрузочной способности передачи выполняют в виде составных роликов. При этом ведущий вал базируется одним концом в подшипнике, установленном в ведомом звене. Таким образом, распределение тепла по элементам передачи представляет собой сложный процесс.

В данной работе с помощью метода конечных элементов (программная система ANSYS) исследовался процесс распределения тепла между отдельными звеньями передачи с промежуточными телами качения и его конвекция в окружающую среду. Рассматривалась передача со следующими параметрами: наружный диаметр 100 мм; передаточное отношение, равное 5; крутящий момент на ведомом валу 100 Н·м; КПД, равный 0,74 (рассчитан по аналитическим зависимостям); материал основных звеньев передачи – сталь 40Х.

В результате проведенных теоретических исследований получена аналитическая зависимость теплового баланса при устойчивом режиме работы передачи, на базе которой может быть определена температура корпуса редуктора.

В программной системе ANSYS, для передачи с указанными выше параметрами, был выполнен тепловой анализ, в ходе которого рассматривались следующие варианты исполнения редуктора: корпус выполнен из стали или алюминия; тип смазочного материала – пластичный или жидкий; различное конструктивное исполнение ведущего и неподвижного звена. После теплового анализа посредством метода конечных элементов выполнялся расчет напряжений в элементах передачи.

Таким образом, были установлены рациональные конструктивные и геометрические параметры передачи с промежуточными телами, с точки зрения распределения тепла в процессе ее работы.

УДК 004.8
ВНЕДРЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ SCRUM В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС

Н. В. ВЫГОВСКАЯ, Л. А. КОЗЛОВА, В. М. ПРУДНИКОВ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В настоящее время используются различные методологии разработки программного обеспечения (ПО). Одной из новейших и перспективных является методология Scrum.

Scrum относится к методам экстремального программирования, которые позволяют большую часть усилий разработчиков сосредоточить собственно на задачах разработки и удовлетворения реальных потребностей пользователей. Отсутствие большого количества документов и необходимости поддерживать их в связном состоянии позволяет более быстро и качественно реагировать на изменения в требованиях и в окружении, в котором придется работать будущей программе.

Scrum – это набор принципов, на которых строится процесс разработки, позволяющий жестко фиксированные и небольшие по времени итерации, называемые спринтами (sprints), предоставлять конечному пользователю как работающее ПО с новыми возможностями, для которых определен наибольший приоритет. Возможности ПО к реализации в очередном спринте определяются в начале спринта на этапе планирования и не могут изменяться на всем его протяжении. При этом строго фиксированная небольшая длительность спринта придает процессу разработки предсказуемость и гибкость.

На практическом занятии преподаватель ставит перед студентами определенные задачи. В зависимости от их сложности и объема группа делится на команды по 3–5 человек. Члены одной команды должны находиться рядом, что обеспечит им возможность свободного общения.

По методике Scrum в производственном процессе есть определенные роли.

Product Owner – это человек, отвечающий за разработку ПО. Он принимает решения и несет ответственность за полученный продукт. В качестве Product Owner будет выступать преподаватель. Он дает студентам определенную задачу, следит за ее выполнением и вносит коррективы по ходу ее выполнения.

Scrum Master – это менеджер проекта или тимлид, который проводит совещания, следит за соблюдением всех принципов Scrum и отслеживает прогресс команды при помощи Sprint Backlog. Для выполнения этой роли преподаватель выбирает из команды сообразительного и ответственного студента или его выбирает сама команда.

А. А. БЕЛЯТКО, С. И. БАХУР, В. Н. ГАЛУШКО

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Гомель, Беларусь

Результаты энергоаудитов, проведенных в вагонном и локомотивном депо, указывают на большой физический износ электрооборудования. При этом задачи по модернизации и замене устаревшего электрооборудования, выявлению причин отказов, а также расчеты оптимальных сроков профилактических работ необходимо рассматривать в комплексе с мероприятиями по совершенствованию технологии и повышению качества услуг по ремонту вагонов и локомотивов.

Целью работы является разработка методов и математических моделей количественной оценки показателей эксплуатационной надежности и эффективности работы электрооборудования, позволяющих оценить величину необходимого резерва, определить сроки профилактических работ электрооборудования с учетом экономики и норм охраны труда.

Библиотека данных по результатам накопленных сведений и результатов проводимых приборных исследований включает анализ применяемого и предлагаемого при энергоаудитах нового оборудования.

На основании апробированных математических моделей и полученных результатах исследований реализуется Web-приложение анализа параметров надежности.

Информационная составляющая математической модели включает влияние отклонений, несимметрии и несинусоидальности напряжения, отклонения частоты в энергосистеме на работу электрооборудования.

В состав объектов исследования входили следующие участки депо: вагоноборочный, ремонтно-коплектовочный, колесно-роликовый, автоконтрольный, пункты технического обслуживания вагонов, ремонтно-механический, энергосиловой участок. Наибольшее количество ремонтов из записей журналов заявок связано с заменой ламп освещения, пультов управления кран-балками, вентиляторов.

Результаты математического моделирования позволяют количественно оценить показатели эксплуатационной надежности и величину необходимого резерва, оптимизировать сроки профилактических работ электрооборудования с учетом экономики и норм охраны труда.

Н. И. РОГАЧЕВСКИЙ, В. А. ИГНАТОВ, *С. Н. РОГАЧЕВСКИЙ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*МОГИЛЕВСКИЙ ОБЛАСТНОЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ КОМИТЕТ

Могилев, Беларусь

Для механизации строительных, монтажных, сельскохозяйственных и других работ используют лебедки – механизмы, облегчающие перемещение грузов в вертикальном или горизонтальном направлении посредством каната, наматываемого на барабан.

Для облегчения обработки почвы на дачных и приусадебных участках широко применяют нереверсивную, двухскоростную сельскохозяйственную лебедку ЛС-100А, производимую заводом «Могилевлифтмаш». Лебедка приводится в действие электродвигателем мощностью 1,5 кВт, при этом реализуются тяговые усилия 1100 и 1650 Н при скоростях перемещения рабочего органа 0,69 м/с и 0,5 м/с соответственно. Масса лебедки составляет 58 кг [1], что является основным ее недостатком. Вторым недостатком – сравнительно низкий КПД расположенного в барабане редуктора, состоящего из двух зубчатых передач, три звена которых расположены консольно относительно опор. Эти недостатки в значительной степени устранены сотрудниками научно-исследовательской лаборатории Белорусско-Российского университета по прецессионным передачам под руководством д-ра техн. наук, проф. Громыко П. Н. путем замены указанного редуктора планетарной прецессионной передачей. При этом масса лебедки снижена до 43 кг, уменьшены габариты привода, а тяговое усилие увеличено на 20 % из-за более высокого КПД привода [1].

С целью дальнейшего снижения массогабаритных параметров и повышения КПД, авторами создан первый вариант опытного образца сельскохозяйственной лебедки на основе червячной передачи качения [2]. Лебедка состоит из сварного каркаса, на котором установлен посредством оси и пары подшипников качения цилиндрический барабан, одна из реборд которого является червячным колесом. В торце колеса на делительной окружности диаметром $d_2 = P \cdot z_2 / \pi$ с шагом P расположены $z_2 = 25$ пальцев (болтов М8), на которых расположены подшипники 80018, снабженные шайбами для защиты от утечки смазочного материала и от проникновения пыли. Червяком является винт с прямоугольной резьбой, приводимый в движение электродвигателем мощностью 1,5 кВт посредством ременной передачи. Масса лебедки составляет 32 кг. Реализуемое тяговое усилие при скорости 0,5 м/с – 2680 Н, то есть на 1030 Н больше необходимого в 1650 Н, что позволило использовать двигатель мощностью 1,1 кВт [2]. С целью дальнейше-

го улучшения эксплуатационных свойств авторами так же разработан второй вариант опытного образца лебедки, представленный на рис. 1. По сравнению с первым опытным образцом на лебедке установлен электродвигатель меньшей мощности (АИР71В2, $P = 1,1$ кВт, $n = 2805$ мин⁻¹), добавлено винтовое натяжное устройство клиноременной передачи.

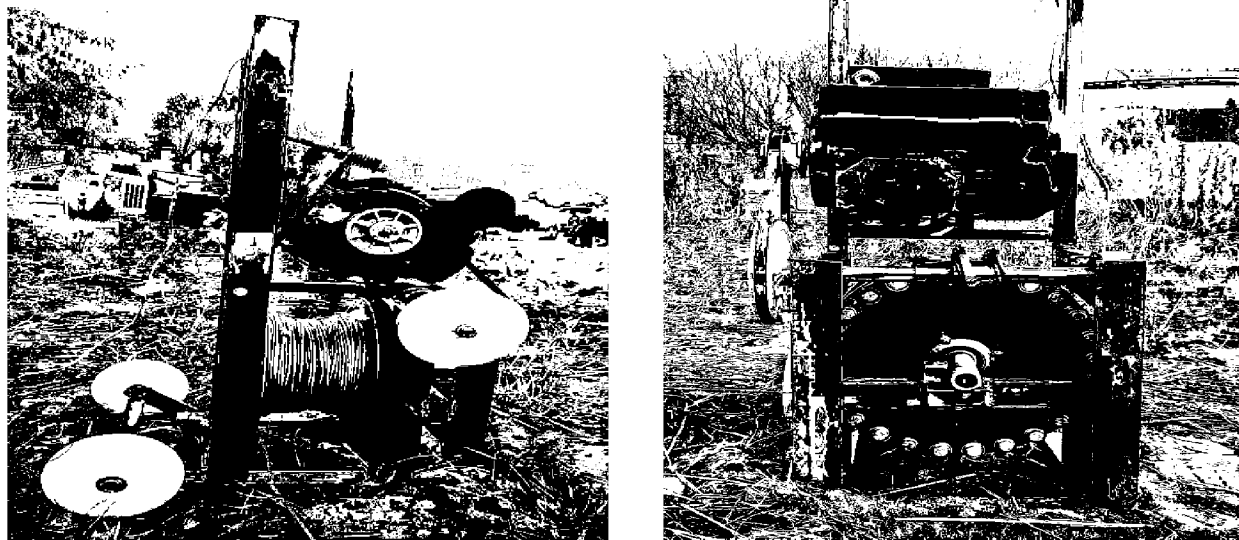


Рис. 1. Второй вариант опытного образца лебедки

С целью удобства перемещения лебедки изменена конструкция сварного каркаса и добавлена откидная на шарнирах ось с колесами. Изменен барабан: добавлена промежуточная реборда, торец барабана является червячным колесом. Масса лебедки составляет 32,8 кг, что на 25,2 кг меньше массы лебедки ЛС-100А, производимой заводом «Могилевлифтмаш». Реализуемое тяговое усилие на канате при скорости 0,5 м/с – 1990 Н, то есть на 340 Н больше усилия, реализуемого лебедкой ЛС-100А.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прецессионные редуцирующие механизмы для приводных устройств различного назначения: монография / П. Н. Громько [и др.]. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2013. – 273 с.
2. **Игнатов, В. А.** Энергосберегающий тяговый привод / В. А. Игнатов, Г. С. Маров // 50-я студенческая науч.-техн. конф. Беларус.-Рос. ун-та : материалы конф. – Могилев, 2014 г. – С. 80.

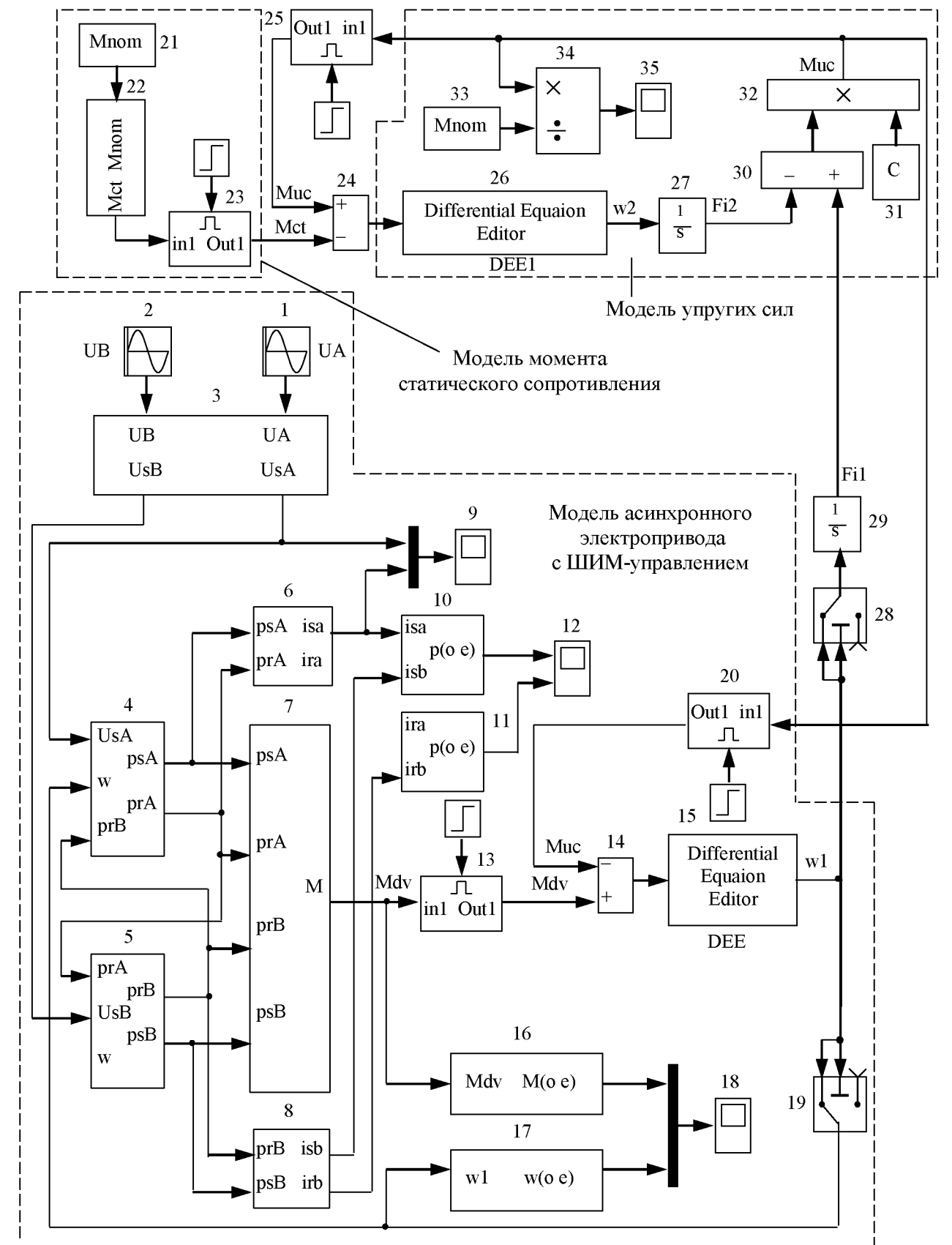


Рис. 1. Модель асинхронного электропривода с ШИМ-управлением и упругими связями

В. П. БЕЛЯЕВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Во многих отраслях промышленности существует достаточно обширный класс машин и механизмов, оснащенных электромеханическими системами, в кинематических цепях которых находятся клиноременные передачи.

Клиновый ремень – это основной элемент таких передачи. Он обладает определенной жесткостью (модулем упругости), определяющей характер передачи механического момента от вала приводного двигателя к остальной кинематике машин. Оценка влияния этого физического свойства клинового ремня на равномерность движения исполнительных механизмов, выявление изменения упругости материала клинового ремня в процессе его эксплуатации целесообразны как при проектировании электроприводов для промышленного оборудования, так и при его использовании.

Наличие упругих связей в электроприводе переводит его в класс двух-массовых электромеханических систем. Изучение изменения момента упругих сил и его влияния на характер движения механизма и вращения двигателя целесообразно выполнять на математических моделях. Для этого в среде *MathLab-Simulink* разработана модель исследуемой двухмассовой системы (рис. 1). В модели асинхронная машина представлена системой дифференциальных уравнений на основе теории обобщенной машины. Для определенного технологического цикла печатной машины проведены исследования электромагнитных переходных и установившихся процессов в двигателе и электромеханических процессов в электроприводе при разных нагрузках и конечных значениях скорости механизма, и выполнении им предполагаемых положительных преимуществ ШИМ-управления.

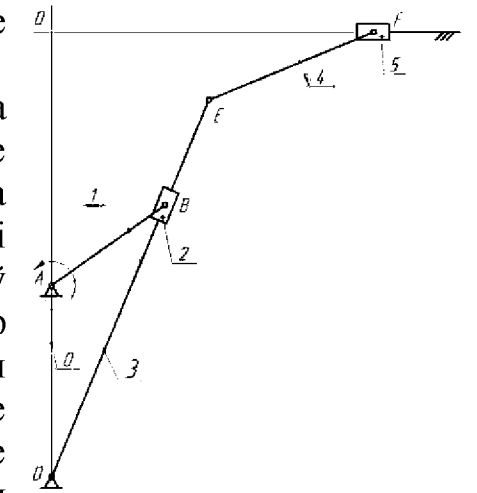
Результаты анализа убеждают в достоверности такого управления и создают условия анализа продольной упругой силы в ременной передаче. Исследования подтверждают, что момент упругих сил носит колебательный характер с затухающей амплитудой.

С. І. РУСАН, І. М. ТАЛАЧЫНЕЦ, В. Р. ЗАЯЦ

Установа адукацыі
«БАРАНАНАВІЦКІ ДЗЯРЖАЎНЫ ЁНІВЕРСІТЭТ»
Баранавічы, Беларусь

Агульнае ўраўненне дынамікі, як вядома з курса тэарэтычнай механікі, спалучае ў сабе прынцыпы Даламбера з прынцыпам Лагранжа, што дазволіла распрацаваць арыгінальныя эфектыўныя метады рашэння задач дынамікі, названыя пазней прынцыпам Даламбера-Лагранжа. Аднак у тэорыі механізмаў і машын не выкарыстаны перавагі гэтага прынцыпа і сілавы аналіз рычажных механізмаў выконваецца метадамі кінета- і графастатыкі, якім уласцівы пэўныя недахопы [1]. Методыку прымянення прынцыпа Даламбера-Лагранжа разгледзім на прыкладзе шасцізвеннага механізма (мал. 1).

Як і пры выкарыстанні метада кінестатыкі, сілавому аналізу папярэднічае кінематычны аналіз, па выніках якога вызначаюцца сілы і моманты сіл інерцыі звянаў. На мал. 2 яны прыведзены да цэнтраў мас S_i і абазначаны літарамі F_i, M_i (i – нумар звяна). Далей выконваюцца дзеянні, уласцівыя прынцыпу Лагранжа: выбіраецца незалежнае магчымае перамяшчэнне і складаецца агульнае ўраўненне дынамікі $\sum \delta A_i = 0$ (δA_i – магчымае сілы F_y , прыкладзенай да ўваходнага звяна 1.



Мал. 1. Схема механізма

$$\begin{aligned} &\text{За незалежнае магчымае перамяшчэнне прымаем } \delta\varphi_1. \text{ Атрымліваем:} \\ &F_y \delta s_2 + [M_1 + M_A(\vec{F}_1) + M_A(\vec{G}_1)] \delta\varphi_1 + [M_3 + M_D(\vec{F}_3) + M_D(\vec{G}_3)] \delta\varphi_3 + \\ &+ [M_4 + M_{P_4}(\vec{F}_4) + M_{P_4}(\vec{G}_4)] \delta\varphi_4 - F_5 \delta s_5 = 0 \end{aligned} \quad (1)$$

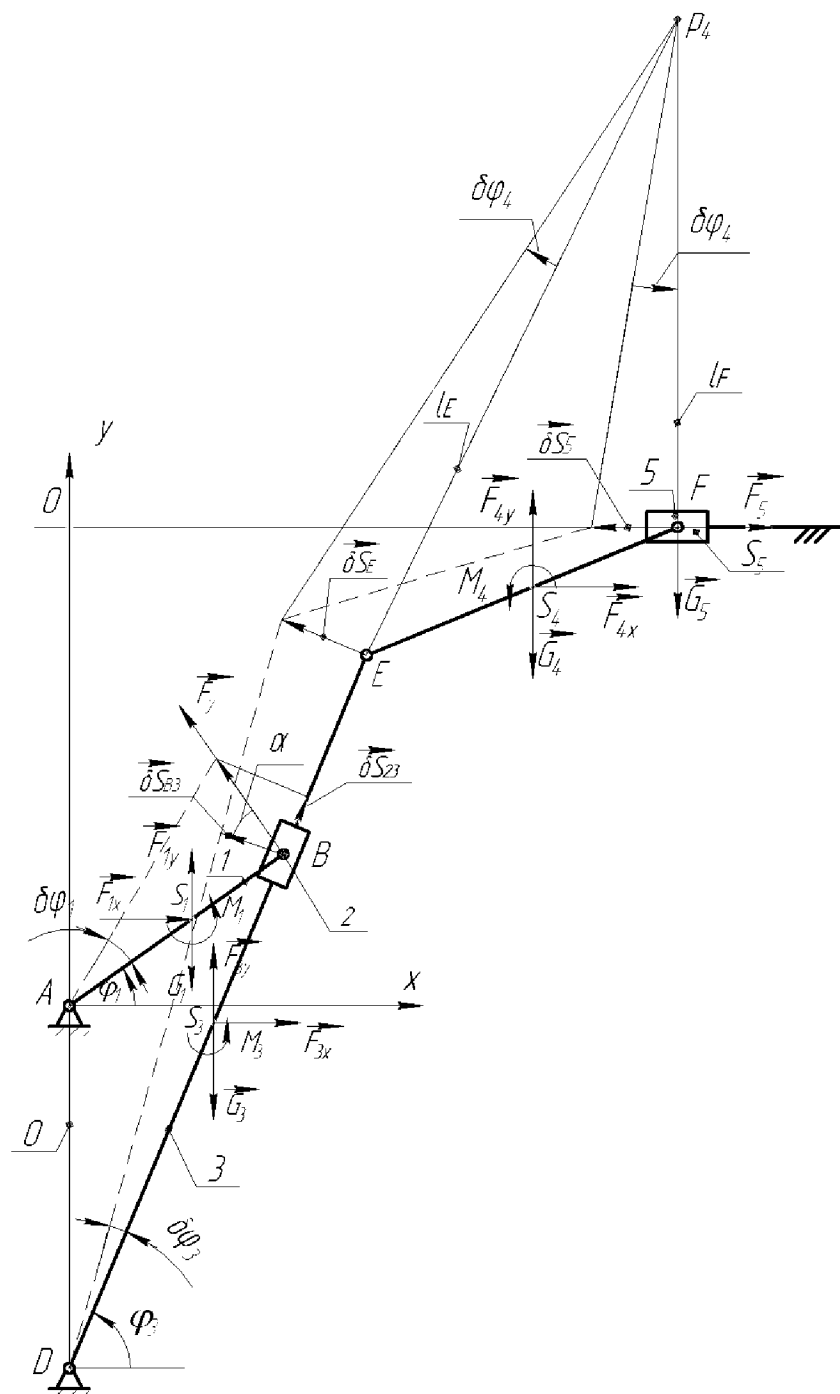
$$\begin{aligned} &\text{Выражаем усе магчымыя перамяшчэнні звянаў праз } \delta\varphi_1: \\ &(\delta s_2 = c_1 \delta\varphi_1; \delta\varphi_3 = c_3 \delta\varphi_1; \delta\varphi_4 = c_4 \delta\varphi_1; \delta s_5 = c_5 \delta\varphi_1). \end{aligned} \quad (2)$$

дзе $c_1 = l_1$; $c_3 = l_1 \cos \alpha / l$; $c_4 = l_1 l_3 \cos \alpha / l l_E$; $c_5 = c_4 l_F$; $\alpha = \varphi_3 - \varphi_1$,
 $l = DB$.

Падстаўляем (2) у (1) і выносім за дужкі $\delta\varphi_1$. Улічыўшы, што $\delta\varphi_1 \neq 0$, атрымліваем ураўненне раўнавагі, з якога знаходзім сілу F_y :

$$\begin{aligned} F_y = \{ &c_5 F_5 - M_1 - M_A(\vec{F}_1) - M_A(\vec{G}_1) - c_3 [M_3 + M_D(\vec{F}_3) + M_D(\vec{G}_3) - \\ &- c_4 [M_4 + M_{P_4}(\vec{F}_4) + M_{P_4}(\vec{G}_4)]] \} / l_1. \end{aligned}$$

Аналагічна вызначаюцца рэакцыі ўнутраных і знешніх кінематычных пар. Больш падрабязна аб гэтым напісана ў згаданай рабоце [1].



Мал. 2. Разліковая мадэль для вызначэння сілы F_y

СПІС КРЫНІЦ

1. Заяц, В. Р. Альтэрнатыўны метад сілавога аналізу плоскіх рычажных механізмаў / В. Р. Заяц, С. І. Русан, І. М. Талачынец // Вестн. БрГТУ – Брест: БрГТУ, 2013. – № 4. – С. 2–4.

Использование мультимедийных презентаций и других электронных средств обучения на отдельных этапах лекции позволяет значительно усилить интерес к учению. На лекциях по дисциплине «Информатика», в программу которой включена тема «Мультимедиа», целесообразно организовать проектную деятельность студентов: выдать каждому проектное задание создания презентации по новой теме с требованиями к содержанию и оформлению. С точки зрения содержания это будет опережающее обучение, поэтому нужны контроль и помощь преподавателя.

Для создания мотивационного поля на лекции можно использовать проблемное обучение, в процессе которого студенты вовлекаются в разрешение проблемных ситуаций, отвечают на проблемные вопросы. Проблемные вопросы в отличие от обычных вопросов не имеют четких однозначных ответов, все зависит от ситуации и нужно рассмотреть все нюансы и особенности. Например, начиная изучать тему «Предикаты» (дисциплина «Математическая логика и теория алгоритмов»), рассматриваем проблемную ситуацию, в которой оказалась классическая логика высказываний, накопив логические парадоксы. Перед изучением темы «Формальное определение алгоритма. Машина Тьюринга. Рекурсивные функции» описываем исследование десятой проблемы Гильберта и попытки решения вопроса алгоритмической разрешимости классических математических задач. Проблемное обучение побуждает каждого к поиску собственного решения, развивает исследовательские навыки и познавательную активность человека.

При изучении тем, которые уже частично знакомы студентам, можно использовать методику проведения «круглого стола». На лекции по теме «Защита информации» по дисциплине «Информатика» преподавателем формулируются вопросы, которые нужно рассмотреть: «Как "почистить" компьютер», «Правила защиты информации при хранении», «Защита компьютера от вирусов», «Разграничение доступа к информации» и студенты последовательно их обсуждают, описывают свой личный опыт. Преподавателю нужно направлять обсуждение, помогать сделать выводы.

Таким образом, имея начальную базовую мотивацию получить высшее образование, конкретную специальность, студент под влиянием новой учебной ситуации корректирует свою мотивацию к учению. Педагогическая коррекция мотивации к учению – это роль преподавателя по формированию и поддержанию интереса к дисциплине, к науке в целом, к развитию учебных умений и навыков, по олицетворению престижа высшего образования.

УДК 378.147:004.9 (07)

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ МОТИВАЦИИ К УЧЕНИЮ:
АКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

И. А. БЕККЕР, О. В. СЕРГИЕНКО, А. С. СИДОРЕНКО

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

Современное обучение ставит целью подготовить не просто исполнителя, а творчески мыслящего профессионала, который владеет языком специальных терминов, умеет пользоваться справочной литературой, находить ответы на нестандартные вопросы.

Лекция является основной формой организации учебного процесса в высшей школе, она имеет строгую структуру, четкую логику изложения и характеризуется большим объемом информации. Традиционно преподаватель читает лекцию в режиме трансляции: рассказал материал, поставил вопрос, сам ответил на него и т. д. Деятельность студента сводится к конспектированию, а, как известно, при однообразной деятельности внимание слушателей падает уже после пятнадцати минут слушания говорящего.

Современную лекцию нужно рассматривать как общегрупповое занятие по формированию новых знаний и разбивать ее на этапы с применением взаимно активных форм и методов преподавания. Разнообразие педагогических форм и методов на лекции будет поддерживать интерес к изучаемому материалу.

Познавательный интерес и мотивация к учению формируются средствами отбора информации преподавателем и средствами включения студентов в познавательную деятельность. Для формирования и поддержания познавательного интереса важно эффективное начало лекции, нужен подбор информации, которая удивляет, заставляет задуматься, свидетельствует о безграничных возможностях человеческого мозга (из истории научных открытий), знакомит с новейшими научными фактами и достижениями, вызывает желание поиска. Средства включения студентов в познавательную деятельность дают обучаемым ощущение успеха, интеллектуального и духовного развития и являются элементами активного обучения, это постоянное осознание: «Я понял! У меня получилось!»

Кратковременный фронтальный опрос в начале лекции помогает активизировать силами студентов понятия и алгоритмы, необходимые для изучения новой темы, мобилизует внимание, тренирует мышление студентов. Хорошее правило в сопроводительной мультимедийной презентации делать первый слайд аннотацией или краткой схемой предыдущей темы и к воспроизведению нужных терминов, свойств, законов, закономерностей привлечь студентов. Важно такие элементы активного обучения применять постоянно.

УДК 621.83.06

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СОСТАВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
КАЧЕНИЯ ДЛЯ СФЕРИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ

И. С. САЗОНОВ, М. Е. ЛУСТЕНКОВ, Е. С. ФИТЦОВА, А. П. ПРУДНИКОВ

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

Сферические передачи с промежуточными телами качения обладают компоновочными преимуществами, которые позволяют создавать малогабаритные редукторные механизмы с возможностью изменения относительного углового положения осей валов.

Применение промежуточных элементов, состоящих из трех тел качения, установленных на общей оси, позволяет повысить КПД передач. Как показали теоретические и экспериментальные исследования, наиболее эффективным является использование тел качения с цилиндрической наружной поверхностью, так как при этом не возникает внутренних радиальных сил между элементами качения и полезные передаваемые усилия не рассеиваются в плоскости, перпендикулярной оси передачи. Однако конструкция тел качения сферических передач тесно связана с технологией изготовления кулачков, образующих беговые дорожки.

Ведущая беговая дорожка представляет собой кольцевой паз, изготовление которого не составляет сложностей, и может производиться на универсальном оборудовании. Данный паз может быть исполнен с круглым и с прямоугольным (или трапециевидным) профилем. Для изготовления профиля наружных кулачков, при условии взаимодействия с ними тел качения цилиндрической формы, необходимо использование фрезерного обрабатывающего центра с возможностью пяти-координатной обработки. В настоящее время это условие невыполнимо на многих предприятиях машиностроительного профиля.

В связи с вышесказанным, наиболее рациональная конструкция промежуточных элементов включает стержневой элемент с полусферической поверхностью на одном из концов, которая в процессе работы контактирует с замкнутой периодической беговой дорожкой, образованной наружными кулачками, установленными в корпусе. На стержне данного элемента устанавливаются две втулки с цилиндрической наружной поверхностью с возможностью относительного вращения. Одна из втулок контактирует с беговой дорожкой ведущего элемента передачи (внутреннего кулачка), а другая – с поверхностями пазов сепаратора, который является ведомым элементом передачи.

УДК 621.833
СПОСОБЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ПРЕЦЕССИОННОЙ
ПЕРЕДАЧИ С ПРИБЛИЖЕННЫМ ЗАЦЕПЛЕНИЕМ

С. Н. ХАТЕТОВСКИЙ, П. Н. ГРОМЫКО, Р. А. КАЛЕНТИОНОК
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Теоретически точное зацепление колес прецессионной передачи [1], обеспечивающее требуемую кинематику, не может быть реализовано в большинстве случаев по причине не технологичности зубьев колес. Для изготовления таких зубьев требуется специальный режущий инструмент или сложные движения рабочих органов станка, что удорожает обработку или делает ее невозможной.

Как показывают исследования [1], в прецессионной передаче могут быть использованы зубья колес, образующих приближенное зацепление. Причем форма рабочей поверхности зубьев колес должна быть выбрана такой, чтобы ее можно было относительно просто реализовать на стандартном оборудовании стандартным режущим инструментом или, по крайней мере, с использованием недорогих специальных станочных приспособлений.

Далее приводится обзор современных перспективных способов формообразования зубьев, которые могут быть использованы для изготовления колес прецессионной передачи с приближенным зацеплением.

Нарезание бочкообразных зубьев колес осуществляют методом обката вращающимся дисковым инструментом. Заготовку устанавливают из условия совпадения середины зубчатого венца с осевой плоскостью инструмента. Для расширения технологических возможностей за счет обработки колес одного модуля с разным числом зубьев, вращающемуся дисковому инструменту в зоне резания сообщают дополнительное плавное движение относительно обрабатываемой заготовки посредством его установки на эксцентричной переходной оправке [2].

При обработке зубчатых колес поверхностным пластическим деформированием накатнику сообщают возвратно-поступательное движение. Сообщают возвратно-поступательное движение заготовке и осуществляют ее прижатие с усилием к накатнику. Используют накатник, содержащий эталонное зубчатое колесо, на наружной рабочей поверхности зубьев которого расположены прутки стальной проволоки, и торцовый асинхронный двигатель со статором и подвижной вращающейся частью - ротором. Эталонное зубчатое колесо имеет зубчатый венец, который закреплен на ступице. Ступица является упомянутым ротором торцового асинхронного двигателя. Одни зубья зубчатого венца выполнены с торцами в виде спрофилированных по форме зуба планок и прутки проволоки на них установлены вдоль зуба.

пользуются численные методы решения систем линейных и нелинейных уравнений, а также интерполяции и аппроксимации. В программном комплексе TermoDrive первых версий для анализа на метауровне регулируемого взрывозащищенного частотного электропривода используются методы эквивалентных греющих потерь и интерполяции полином Лагранжа. Это позволяет, в целом, сделать вывод о правильности выбора мощности взрывозащищенного электропривода и допустимом диапазоне регулирования.

Для более точного и подробного представления отдельных элементов электропроводки и компонентов электродвигателя используются модели макроуровня. При их описании используются системы обыкновенных дифференциальных и алгебраических уравнений. Для вычислительного эксперимента с тепловыми моделями обычно используются явные численные методы интегрирования дифференциальных уравнений. Однако, если одновременно с тепловыми процессами выполняется анализ электронных процессов (например, при коммутации вентилях силового преобразователя) то, в этом случае, система уравнений модели является «жесткой» и для ее решения следует использовать неявные методы, так как явные, либо не учитывают электронные процессы или дают большую суммарную ошибку. В последних версиях программы TermoDrive для этих целей используется гибридный метод прогноза и коррекции Милна, выполняющий прогноз явной формулой, а коррекцию – неявной.

Математическое описание на микроуровне для взрывозащищенных регулируемых электроприводов, как правило, выполняется для отдельных конструктивных элементов, температуру нагрева которых необходимо проанализировать по всему объему или длине, например, нагрев вала ротора двигателя по всей в зависимости от параметров питающего напряжения и нагрузки электродвигателя. Необходимость такого анализа может быть вызвана тем, что выходной конец вала двигателя выходит за пределы взрывонепроницаемой защитной оболочки статора и может воспламенить взрывоопасную смесь в критических режимах. При построении таких моделей используется система дифференциальных уравнений в частных производных, в которых в качестве координатных переменных используются габаритные размеры. Для ее решения в ходе вычислительного эксперимента используется численный метод конечных разностей.

Программный комплекс TermoDrive, разработанный в научно-исследовательской лаборатории «Взрывозащищенное электрооборудование» Белорусско-Российского университета, позволяет выполнять исследование тепловых моделей мета и макроуровня, определить тепловые характеристики электродвигателя при питании от конкретного преобразователя для всего диапазона скоростей и крутящих моментов, а, в перспективе, также анализировать распределение температуры по длине вала ротора взрывозащищенного электродвигателя при частотном регулировании.

УДК 621.3
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫХ
РЕГУЛИРУЕМЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

В. Н. АБАБУРКО, Л. Г. ЧЕРНАЯ, *А. В. КОХАН

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*ДЕПАРТАМЕНТ ПО НАДЗОРУ ЗА БЕЗОПАСНЫМ ВЕДЕНИЕМ РАБОТ
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ (ГОСПРОМНАДЗОР)

Могилев, Минск, Беларусь

Моделирование тепловых процессов в системе автоматизированного электропривода широко используется как на стадии проектирования электромеханических систем, так и при реализации алгоритмов управления микропроцессорными системами оптимального регулирования. Особенно актуальной является задача теоретического исследования нагрева отдельных элементов взрывозащищенного электрооборудования при проектировании и модернизации систем регулируемого электропривода для взрывоопасных производств, для которых максимальная температура нагрева поверхности является одним из критических параметров.

В зависимости от конкретной задачи возможно использование трех основных уровней детализации математического описания тепловых процессов при анализе электромеханических систем:

– верхний уровень абстракции занимают тепловые модели мета-уровня, которые являются самой простой и неточной формой представления, описывающие в составе электропривода, как правило, только электродвигатель, рассматриваемый как единое целое;

– средний уровень детализации образуют тепловые модели макроуровня, в которых в составе электропривода выделяются отдельные сосредоточенные компоненты системы: провода, части обмотки электродвигателя, статора и ротора, а в некоторых случаях и тепловые процессы полупроводниковых вентилялей;

– нижний, самый подробный и сложный уровень составляют тепловые модели микроуровня, описывающие тепловые процессы в сплошных средах по всему объему отдельных компонентов электропривода: изменение температуры в стали статора или ротора.

Тепловые модели метауровня используются для упрощенной оценки нагрева основного компонента электропривода – электродвигателя в целом. При этом результатом описания является система относительно простых математических уравнений и неравенств, позволяющая упрощенно оценить допустимость использования определенного режима работы электропривода с точки зрения изменения действующих значений напряжения и частоты питающей статор сети. Для вычислительного эксперимента на метауровне ис-

На других зубьях зубчатого венца прутки проволоки изогнуты по форме зуба, набраны в пакет и закреплены на зубчатом венце с расположением прутков проволоки поперек направления зуба. Зубья с прутками проволоки, расположенными вдоль зуба, чередуются с зубьями с прутками проволоки, расположенными поперек направления зуба. В результате расширяются технологические возможности, а также повышается качество обрабатываемой поверхности и производительность обработки [3].

Сущность способа нарезания круговых зубьев состоит в том, что нарезание вогнутой и выпуклой сторон кругового зуба производится одновременно, при этом используют инструмент, состоящий из двух частей с резцами, обрабатывающими вогнутую и выпуклую стороны зуба по радиусу одинаковой кривизны, что позволяет получить точную геометрию зуба и правильный контакт в зубчатой паре [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологические аспекты создания рабочих поверхностей передач новых типов : монография / П. Н. Громько [и др.]. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2012. – 208 с.
2. Пат. 2406595, МПК⁷ В 23 F 5/26. Способ нарезания бочкообразных зубьев цилиндрических колес / М. В. Грязев, Ю. Н. Федоров, В. Д. Артамонов, О. Л. Золотухина ; заявитель и патентообладатель Тульский государственный университет. – № 2009130567/02 ; заявл. 10.08.2009 ; опубл. 20.12.2010, Бюл. № 35. – 7 с.
3. Пат. 2430806, МПК⁷ В 21 Н 5/00. Способ обработки зубчатых колес поверхностным пластическим деформированием / Ю. С. Степанов, А. В. Киричек, Б. И. Афанасьев, А. Ю. Мальцев, Н. Н. Самойлов ; заявитель и патентообладатель Орловский государственный технический университет. – № 2009147578/02 ; заявл. 21.12.2009 ; опубл. 10.10.2011, Бюл. № 28. – 13 с.
4. Пат. 1776221, В 23 F 9/00. Способ нарезания круговых зубьев / Р. Н. Усубаматов ; заявитель и патентообладатель Р. Н. Усубаматов. – № 4862490/08 ; заявл. 08.06.90 ; опубл. 15.11.92, Бюл. № 42. – 3 с.

В. Ф. БЕВЗА

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

Формирование полых отливок без применения стержня, при литье в непрерывно-циклическом режиме методом намораживания, происходит в условиях интенсивного радиального теплоотвода от наружной поверхности затвердевающей корки, которая ограничивается стенкой кристаллизатора. Внутренняя поверхность получается непосредственно из расплава и определяется только фронтом затвердевания [1]. В момент извлечения каждой отливки происходит разделение затвердевшей по периметру кристаллизатора корки и жидкой фазы, которая остается в кристаллизаторе и вместе с доливаемой порцией расплава участвует в формировании следующей отливки.

Целью настоящей работы является создание методики, позволяющей оценить влияние избыточной массы жидкой фазы на затвердевание металла. Количество остающегося в кристаллизаторе расплава после извлечения отливки зависит от соотношения массы затвердевшего металла и массы расплава, находящегося в кристаллизаторе в момент начала формирования каждой последующей отливки. Для оценки этого параметра принят коэффициент избыточного питания ($K_{изб}$), который определяет относительную величину избыточной массы расплава, участвующего в формировании отливки:

$$K_{изб} = \frac{M - m(\tau_\phi)}{M},$$

где $M = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H \cdot \rho$ – масса расплава в кристаллизаторе после его заполнения до заданного уровня; $m(\tau_\phi) = \frac{\pi[D^2 - d^2(\tau_\phi)]}{4} \cdot H \cdot \rho$ – масса затвердевшей корки; $m_{отл}$ – масса отливки после извлечения из кристаллизатора; D – наружный диаметр отливки; H – высота отливки; $d(\tau_\phi)$ – внутренний диаметр затвердевающей корки; τ_ϕ – текущее время.

После соответствующих подстановок получаем:

$$K_{изб} = \frac{d^2(\tau_\phi)}{D^2} = \frac{r^2(\tau_\phi)}{R^2}.$$

Таким образом коэффициент $K_{изб}$ определяется геометрическими параметрами отливки и изменяется от $K_{изб} = 1$ в начале формирования, т. е. в период снятия перегрева расплава в зоне затвердевания, до $K_{изб} = 0$ в случае получения сплошного слитка. При литье полых заготовок $K_{изб}$ имеет проме-



Рис. 4. Изображение индикаторного рисунка трещин на визуализирующей магнитные поля пленке, уложенной на контролируемую поверхность литого стального образца толщиной 34 мм, при контроле в приложенном поле

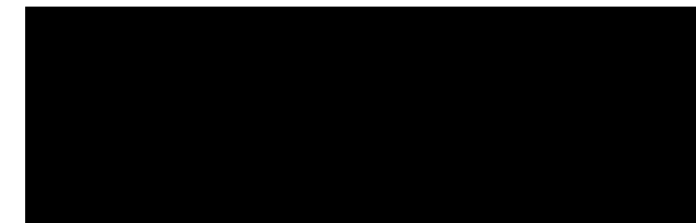


Рис. 5. Индикаторный рисунок шлаковых включений в образце

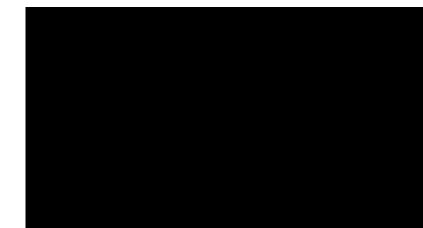


Рис. 6. Индикаторный рисунок от скопления внутренних несплошностей в образце



Рис. 7. Индикаторный рисунок внутренних трещин в образце толщиной 12 мм



Рис. 8. Индикаторный рисунок двух внутренних цилиндрических несплошностей диаметром 2 мм в стальной пластине толщиной 25 мм

Индикаторные рисунки дефектов, возникающих на визуализирующей магнитные поля пленке, при дефектоскопии объектов позволяют отличить компактные дефекты от протяженных, определить их вид и тип.

ВИД ИНДИКАТОРНЫХ РИСУНКОВ ДЕФЕКТОВ
ПРИ МАГНИТНОМ КОНТРОЛЕ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ВИЗУАЛИЗИРУЮЩЕЙ МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ ПЛЕНКИ

А. В. ШИЛОВ, А. В. КУШНЕР, В. А. НОВИКОВ

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

Установлено, что распределение отраженного светового излучения в области индикаторных рисунков дефектов, при намагничивании объектов контроля параллельно поверхности, в зависимости от угла наблюдения, имеет вид светлых полос, по обе стороны которых наблюдаются темные полосы, или прилегающие друг к другу темные и светлые полосы различной длины. Это позволяет идентифицировать вид дефектов, определить их расположение и отличить компактные дефекты от протяженных. Рассмотрим вид индикаторных рисунков различных дефектов при магнитном контроле объектов с использованием визуализирующей магнитные поля пленки (см. рис. 1–8).



Рис. 1. Индикаторный рисунок трещины, раскрытием 34 мкм в щите электродвигателя



Рис. 2. Индикаторные рисунки поперечных поверхностных трещин на выпуклости шва



Рис. 3. Индикаторные рисунки поверхностных трещин в диске из стали 65Г: а – при контроле остаточной намагниченности; б – в приложенном поле перемещаемого над пленкой постоянного магнита

жужучные значения и определяет избыточную долю расплава, остающуюся в кристаллизаторе после извлечения отливки. Его величина для отливок с заданными параметрами (наружный диаметр, высота) зависит только от толщины стенки (ξ) (рис. 1, а).

Из приведенного рисунка видно, что, при одинаковой толщине стенки $K_{изб}$ возрастает с увеличением наружного диаметра отливки. При увеличении относительной толщины стенки $K_{изб}$ снижается (рис. 1, б)

Полученные зависимости изменения $K_{изб}$ от геометрических параметров отливок позволяют классифицировать полые отливки, получаемые методом намораживания без применения стержня, по толщине стенки.

К разряду «тонкостенных» отнесены отливки с отношением $\frac{\xi}{R} \leq 0,25$ при $K_{изб} \geq 0,6$; со средней толщиной - $0,35 \geq \frac{\xi}{R} \geq 0,25$ при $0,4 < K_{изб} < 0,6$; а к разряду «толстостенных» $\frac{\xi}{R} > 0,35$ при $K_{изб} \leq 0,4$.

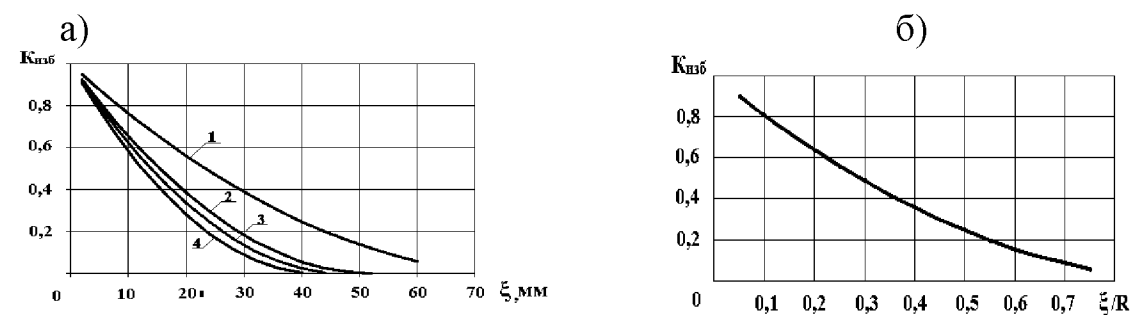


Рис. 1. Зависимость коэффициента избыточного питания отливки от линейной (а) и относительной (б) толщины ее стенки 1 – Ø158 мм; 2 – Ø105 мм; 3 – Ø95 мм; 4 – Ø85 мм

Толщину стенки и коэффициент избыточного питания фронта затвердевания жидкой фазой во многом определяют условия кристаллизации расплава в период формирования отливки в кристаллизаторе. Наиболее устойчиво и стабильно осуществляется процесс литья отливок со средней толщиной стенки. Технология литья тонкостенных отливок более чувствительна к изменению металлургических и режимных параметров и требует более тщательного их определения и соблюдения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Марукович, Е. И. Принципиально новый эффективный процесс литья полых цилиндрических заготовок из чугуна методом направленного затвердевания / Е. И. Марукович, В. Ф. Бевза, В. П. Груша // Литье и металлургия. – 2010. – № 3. – С. 21–24.

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ХОЛОДОМ НА СВОЙСТВА
АУСТЕНИТНОГО ЧУГУНА

В. Ф. БЕВЗА, В. П. ГРУША, *В. А. КРАСНЫЙ

Государственное научное учреждение

«ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН Беларуси»

*НАЦИОНАЛЬНЫЙ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ГОРНЫЙ»

Могилев, Беларусь; Санкт-Петербург, Россия

При производстве и ремонте оборудования нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности требуется большая номенклатура изделий типа втулок, работающих при отрицательных температурах (до $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$) в агрессивной среде. Поэтому проведение исследований, направленных на разработку эффективных ресурсосберегающих технологий получения бездефектных высококачественных отливок из аустенитного чугуна, является актуальным и оправданным.

Целью настоящей работы является исследование свойств аустенитного никелевого чугуна, получаемого при высокой скорости затвердевания (в металлической водоохлаждаемой форме) из различных шихтовых материалов после обработки холодом до $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

К деталям из такого чугуна предъявляется ряд специальных требований по свойствам, в том числе по ростоустойчивости при отрицательных температурах ($\Delta D = 0$), немагнитности (остаточная магнитная индукция $B_r \leq 0,5\text{ мТл}$), твердости (67–88HRB). Эти параметры определяли в литом состоянии и после обработки холодом.

При проведении исследований использовали два вида шихтовых материалов: шихта № 1 – составлена на базе литейных чугунов (Л3; Л4), стального лома (Ст.3) и легирующих элементов: никеля гранулированного (НЗ), меди (МЗ) и феррохрома (ФХ800); шихта № 2 – «базовый» легированный чугун производства ЗАО «Подольский завод специального литья» (ПЗСЛ).

Эксперименты литья образцов из шихты № 1 и № 2 проводились при соблюдении одинаковых параметров процесса плавки, модифицирования и разливки расплава, формирования отливок в кристаллизаторе.

Охлаждение отливок, при использовании шихты № 1, проводили по двум вариантам: вариант 1 – образцы серии Н19 после извлечения из кристаллизатора охлаждали в потоке воздуха в вертикальном положении; вариант 2 – образцы серии Н21 сразу после извлечения из кристаллизатора помещали в печь отжига при температуре $980\text{ }^{\circ}\text{C}$, выдерживали в течение 30 минут, а затем охлаждали в потоке воздуха в вертикальном положении. При использовании шихты № 2 (образцы серии Н77) охлаждение литых образцов после извлечения из кристаллизатора осуществляли по варианту 1.

причиной, когда электромагнит и пленка находятся с одной стороны контролируемого объекта, является неоднородность внешнего поля в межполюсном пространстве электромагнита, которая уменьшается при увеличении расстояния между полюсами, что позволяет отстроиться от помех и объясняет их отсутствие, когда электромагнит и пленка находятся с разных сторон стенки объекта. Установлено, что для отстройки от помех на пленке и повышения достоверности контроля, при дефектоскопии стальных литых объектов толщиной до 30 мм, необходимо использовать электромагнит с расстоянием между полюсами не менее 200 мм, создающий напряженность поля в отсутствие объекта контроля от 500 до 650 А/см, осуществлять фотографирование в приложенном поле при постоянной чувствительности матрицы цифровой камеры и угле наблюдения – не больше 40° . Это позволяет также определить область уверенного обнаружения дефектов и установить, что ее границы зависят от режима намагничивания, величины дефекта, расстояния между полюсами электромагнита, а также от того, находятся электромагнит и пленка с одной или с разных сторон стенки объекта.

Получены математические выражения, связывающие изменение коэффициента диффузного отражения света от пленки в зоне индикаторных рисунков дефектов с параметрами дефектов и глубиной их залегания, учитывающие влияние границ раздела сред. Расчет и экспериментальные исследования показали, что коэффициент диффузного отражения света от пленки $r(x)$ вдоль направления магнитного поля, при намагничивании параллельно контролируемой поверхности объекта изменяется аналогично тангенциальной составляющей напряженности суперпозиции полей вдоль этого же направления, что позволяет использовать $r(x)$ для количественной оценки дефектов в ферромагнитных объектах. Определены информационные параметры распределения коэффициента диффузного отражения света от пленки в зоне индикаторных рисунков дефектов – расстояние l между минимумами $r(x)$ и его максимальное приращение Δr_m , позволяющие установить глубину залегания дефектов и их величину соответственно. Показано, что максимальное значение приращения коэффициента диффузного отражения света от визуализирующей магнитные поля пленки коррелирует с глубиной дефекта наружной и внутренней поверхности стенки объекта и диаметром внутреннего дефекта, а расстояние между его минимумами – с глубиной залегания внутреннего дефекта, что позволяет по экспериментальным зависимостям определить глубину плоских дефектов наружной и внутренней поверхности, а также диаметр и глубину залегания внутреннего дефекта.

Метод внедрен для контроля стальных литых заготовок опор рамы БелАЗа в состоянии поставки, без механической подготовки поверхности.

А. В. ШИЛОВ, В. А. НОВИКОВ, А. В. КУШНЕР

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

Срок эксплуатации оборудования зависит от качества его изготовления, полноты неразрушающего контроля и устранения обнаруженных дефектных участков изделия. Иногда трудно осуществить дефектоскопию объектов в полном объеме в силу высокой стоимости, ограниченности возможностей методов, конструктивной сложности изделий и т. д. Это приводит к сокращению срока эксплуатации оборудования и к авариям. При производстве крупногабаритных ферромагнитных отливок, для контроля изделий, бывших в эксплуатации, работающих в соляных шахтах, находящихся под слоем краски и т. д. потребитель заинтересован в применении высокопроизводительного, экономичного, простого в осуществлении метода неразрушающего контроля, позволяющего одновременно выполнять дефектоскопию больших поверхностей изделий без их предварительной механической подготовки и без применения сложных технических средств. Метод контроля должен не только позволять обнаруживать сквозные, наружные и внутренние недопустимые дефекты, но и идентифицировать их, а при необходимости, определять их параметры и глубину залегания. В настоящее время сложно найти метод контроля, который удовлетворял бы таким требованиям. Все методы неразрушающего контроля, кроме радиационных, требуют тщательной и трудоемкой механической подготовки контролируемых поверхностей. Радиационные методы отличаются низкой производительностью, дороговизной, требуют подхода к обратной стороне стенки контролируемого изделия и не позволяют обнаруживать опасные дефекты металлоконструкций – узкие трещины.

Установлено, что метод контроля, основанный на регистрации индикаторных рисунков дефектов на визуализирующей магнитные поля пленке, помещенной на поверхность намагниченного объекта, позволяет обнаружить дефекты в изделии, определить их параметры и глубину залегания. Распределение отраженного светового излучения в области индикаторных рисунков дефектов при намагничивании объектов контроля параллельно поверхности, в зависимости от угла наблюдения, имеет вид светлых полос, по обе стороны которых наблюдаются темные полосы, или прилегающих друг к другу темных и светлых полос различной длины, позволяет идентифицировать вид дефектов, определить их расположение и отличить компактные дефекты от протяженных. При этом на пленке могут появляться помехи. Их

Для сравнения провели также исследование свойств чугуна при медленном затвердевании и охлаждении отливок в стержневых формах: серия образцов Н21л из шихты № 1, серия образцов Н84л из шихты № 2.

Исследования показали, что почти все образцы, полученные из шихты № 1 методом направленного затвердевания и литьем в стержневую форму, после обработки холодом увеличили свои размеры более чем на 0,4 % (рис. 1).

Следует отметить, что во всех случаях наблюдалась следующая закономерность: увеличение абсолютного значения отрицательной температуры при обработке чугуна холодом приводило к изменению размеров образцов, практически, пропорционально изменению температуры с интенсивностью 0,12–0,14 % при понижении температуры на 10 К. Все образцы, полученные из шихты № 2, независимо от скорости затвердевания и охлаждения чугуна, после обработки холодом не изменили свои размеры, т. е. они ростоустойчивы до температуры – 70 °С.

В литом состоянии все образцы, полученных из шихты № 1 и № 2 при комнатной температуре имеют твердость и величину B_r в пределах нормы, т. е. чугун немагнитен и в металлической матрице не имеет продуктов распада аустенита и карбидных включений. После обработки холодом твердость, практически, всех образцов, полученных из шихты № 1, превысила допустимый предел, а величина B_r увеличилась в 3–4 раза по отношению к допустимому значению (рис. 2).

Значение твердости и величины остаточной магнитной индукции образцов, полученных из шихты № 2 после обработки холодом, не изменялись и находились в требуемых пределах (рис. 2, зона I)

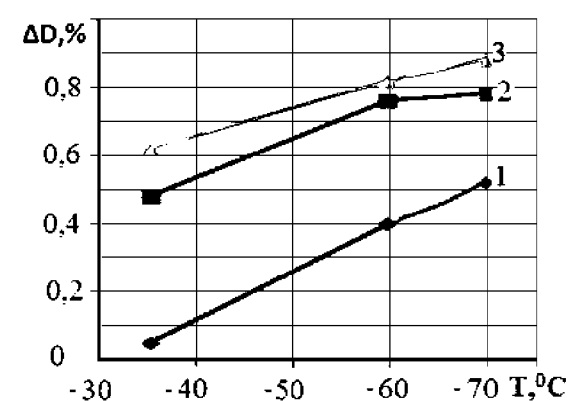


Рис. 1. Зависимость ростоустойчивости образцов от режима обработки холодом: 1 – образцы серии Н19; 2 – серия Н21; 3 – серия Н21л

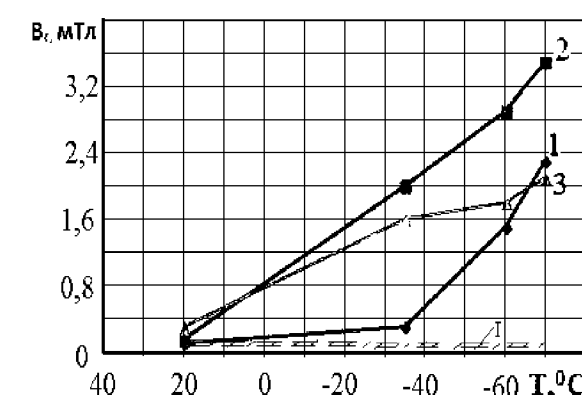


Рис. 2. Зависимость остаточной магнитной индукции образцов от режима обработки холодом: 1;2;3 – образцы Н19, Н21, Н21л; зона I – образцы серий Н77, Н84л

Таким образом установлено, что методом направленного затвердевания можно с успехом получать высококачественные заготовки из аустенитного никелевого чугуна, свойства которых полностью соответствуют заданным параметрам.

М. А. БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ, А. А. КУРИЛЕНКО, И. А. СОСНОВСКИЙ

Государственное научное учреждение
«ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Процесс нанесения антифрикционных покрытий методом индукционной центробежной наплавки включает в себя центробежное формование, индукционный нагрев и изотермическую выдержку при температурах плавления порошковых материалов. Этот способ позволяет наплавлять покрытия на внутренние поверхности стальных деталей, имеющих полую цилиндрическую форму при условии, что порошковые материалы имеют температуру плавления ниже, чем температура плавления стали. Недостатком данного способа является то, что получаемые антифрикционные покрытия из составов, предварительно смешанных между собой, порошковых шихт не обладают необходимым комплексом физико-механических свойств для работы в условиях интенсивного абразивного изнашивания и высоких нагрузок. Кроме этого, в материале антифрикционных покрытий отсутствуют, способствующие упрочнению, нановключения, представляющие собой высокотвердые наночастицы, которые, с одной стороны, являются центрами кристаллизации, а, с другой стороны, стопорами дислокаций.

Для повышения физико-механических свойств антифрикционных покрытий (износостойкости и прочности) предусматривается в составе шихты использование высокотвердых наночастиц на основе тугоплавких оксидов, способных, с одной стороны, являться центрами кристаллизации, а, с другой – стопорами дислокаций. Увеличение центров кристаллизации способствует получению относительно мелкозернистой структуры. В качестве неогерентных и недеформируемых по отношению к антифрикционным покрытиям, могут являться наноразмерные частицы тугоплавких оксидов, нитридов, боридов и карбидов, а также частицы металлов, которые не взаимодействуют с матрицей порошкового материала и по отношению к ней, обладают повышенной твердостью.

Оборудование и методика нанесения покрытия. При индукционной центробежной наплавке в качестве основного материала шихты использовались порошки бронзы Бр.ОФ 10-0,3. В качестве вводимой в шихту добавки использовался тонкодисперсный гидроксид алюминия $\gamma\text{-Al(OH)}_3$, который при температурах ниже температуры наплавки разлагается до наноразмерного тугоплавкого оксида алюминия, а также обладает невысокой стоимостью и легкодоступностью.

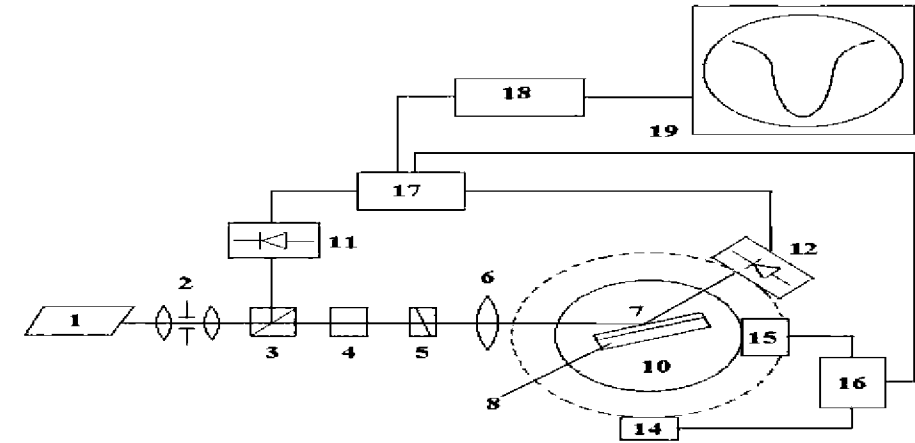


Рис. 1. Схема установки для измерения угловой зависимости коэффициента отражения лазерного пучка: 1 – источник излучения; 2 – коллиматор; 3 – делитель пучка; 4 – аттенюатор; 5 – поляризатор; 6 – линза; 7 – тонкопленочная структура на подложке; 8, 10 – поворотный столик; 11 и 12 – фотоприемники; 14 и 15 – шаговые двигатели; 16 – блок синхронного управления шаговыми двигателями; 17 – блок сравнения каналов; 18 – АЦП; 19 – компьютер

В целях анализа возможностей рефлектометрии таких структур выполнен ряд вычислительных экспериментов. Рассмотрено отражение света (длина волны 0,6328 мкм) от структур «Si-SiO₂-Si». При этом угол падения изменялся в диапазоне 8°–88° с шагом 20° (т. е. количество углов $n = 200$). Экспериментальные данные моделировались добавлением к расчетной зависимости ошибок, имеющих нормальный закон распределения с задаваемым среднеквадратическим отклонением σ (здесь использовано $\sigma = 5 \cdot 10^{-3}$). Затем решалась обратная задача путем минимизации функционала (1). Результаты решения задачи представлены в табл. 1. Установлена удовлетворительная корреляция данных эксперимента и расчетных значений.

Табл. 1. Параметры структуры «Si-SiO₂-Si»

Параметры структуры	Параметры многослойной структуры на Si подложке	Значения параметров, определенные по угловой зависимости коэффициента отражения	Относительная погрешность определения параметров, %
$\varepsilon_{Si} = \varepsilon'_{Si} + i\varepsilon''_{Si}$	17,2+i0,83	17,11+i 0,75	6 и 10
d_{Si} (мкм)	0,06	0,06	0,7
ε_{SiO_2}	2,13	2,14	0,5
d_{SiO_2} (мкм)	0,1	0,099	1

Таким образом, для определения показателя преломления и толщины слоев многослойной структуры использован подход, основанный на измерении угловой зависимости коэффициента отражения света от исследуемой многослойной структуры и последующей оценке необходимых параметров с помощью метода наименьших квадратов при минимизации целевой функции. Анализ приведенных данных показывает, что данный метод, будучи гораздо более простым в приборной реализации, обеспечивает точность результатов, сопоставимых с данными многоугловой эллипсометрии.

А. В. ХОМЧЕНКО, И. У. ПРИМАК, И. А. КОРНЕЕВА, *Н. А. КРЕКОТЕНЬ

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*НТЦ БМС ОАО «ИНТЕГРАЛ»

Могилев, Минск, Беларусь

Одной из важных задач, возникающих при производстве интегральных и интегрально-оптических микросхем, является контроль параметров многослойных планарных структур. В частности, определенный интерес представляет измерение толщины слоев аморфного кремния d_{Si} и оксида кремния d_{SiO_2} и их диэлектрических проницаемостей $\varepsilon_{Si} = \varepsilon'_{Si} + i\varepsilon''_{Si}$ и ε_{SiO_2} . При этом двухслойная структура «Si-SiO₂» осаждается на кремниевую подложку. Перспективными для определения параметров структур «Si-SiO₂-Si» являются рефлектометрические методы. Они основаны на многоугловом измерении коэффициента отражения света от исследуемой многослойной структуры и последующей оценке необходимых параметров с помощью метода наименьших квадратов, при минимизации суммы квадратов невязок, так называемой целевой функции

$$S(d_m, \varepsilon'_m, \varepsilon''_m) = \sum_{\rho=0}^1 \sum_{i=1}^n \left(R_{\rho i}^e - R(\rho, \alpha_i, d_{Si}, \varepsilon'_{Si}, \varepsilon''_{Si}, d_{SiO_2}, \varepsilon_{SiO_2}) \right)^2, \quad (1)$$

где $R_{\rho i}^e$ – измеренное значение коэффициента отражения при угле падения света α_i , отсчитанном от нормали к поверхности многослойной структуры ($i = \overline{1, n}$); $R(\rho, \alpha_i, d_{Si}, \varepsilon'_{Si}, \varepsilon''_{Si}, d_{SiO_2}, \varepsilon_{SiO_2})$ – рассчитанное значение коэффициента отражения, например, на основе рекуррентных соотношений; n – количество углов, при которых производится измерение. Здесь $\rho = 0$ или $\rho = 1$ в случае ТЕ- или ТМ-поляризации падающего света.

Принципиальная схема установки для измерения распределения $R(\alpha)$ приведена на рис. 1. Угол падения пучка на образец изменяется с помощью шагового двигателя. Зависимость $R(\alpha)$ регистрируется фотоприемником, синхронно перемещаемым вторым шаговым двигателем, при измерении мощности светового пучка, отраженного от образца контролируется и мощность падающего пучка (блок управления двигателями синхронизирован с блоком сравнения каналов). После цифровой обработки сигнал поступает в оперативную память компьютера. Измерения проводились с использованием лазерного пучка ТМ- поляризации с длиной волны 633 нм, шаг дискретизации угла составлял 20 секунд.

В процессе центробежной индукционной наплавки антифрикционного покрытия нагрев втулки до температуры наплавки осуществлялся в две стадии. На первой стадии производился нагрев заготовки до температуры 500 °С с последующей изотермической выдержкой при этой температуре. В результате чего обеспечивались необходимые условия для протекания реакции термического разложения гидроксида алюминия $Al(OH)_3$ в наноразмерный оксид алюминия Al_2O_3 согласно химической реакции: $2Al(OH)_3(mv.) \rightarrow Al_2O_3(mv.) + 3H_2O(z.) \uparrow$. Время изотермической выдержки ограничивается временем необходимым для завершения реакции термического разложения гидроксида алюминия и удаления конституционной воды. На второй стадии осуществлялся нагрев втулки токами высокой частоты до температуры, обеспечивающей наплавку шихты, для порошка оловянистой бронзы Бр.ОФ 10–0,3 эта температура составляет 1100 °С и изотермическую выдержку при этой температуре.

После окончания процесса индукционной центробежной наплавки производилась механическая обработка полученных образцов, которые далее подвергались механическим испытаниям, направленным на определение триботехнических свойств полученных покрытий.

Табл. 1. Механические и триботехнические свойства покрытий

Показатели	Относительное содержание γ -Al(OH) ₃ в шихте, %			
	0	1	2	4
Твердость, НВ	85–88	88	91	95
Микротвердость, МПа	820–845	845	870	910
Коэффициент трения	0,21	0,2	0,17	0,15
Износ, мг/км	6,3	5,9	5,5	5,0

Таким образом, содержание в шихте гидроксида алюминия γ -Al(OH)₃ менее 2 % не дало существенного изменения механических и триботехнических свойств покрытия, а содержание в шихте гидроксида алюминия γ -Al(OH)₃ равное 4 % –увеличило показатели твердости и микротвердости на 11 %, уменьшило износ на 20 % и коэффициент трения на 28 %.

Из проведенных исследований видно, что можно получать наноразмерные добавки непосредственно в процессе наплавки покрытия за счет введения в состав шихты раствора или суспензии, содержащей в полярном растворителе или полярной жидкости промежуточный продукт, который должен обеспечивать, в результате химических превращений, получение твердых, тугоплавких наночастиц.

А. К. ГАВРИЛЕНЯ, А. В. КУСТИНСКИЙ

Учреждение образования
«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Барановичи, Беларусь

Ролико-кольцевые мельницы по схеме взаимодействия с обрабатываемым давлением материалом близки с валковыми и конусными мельницами и щековыми дробилками [1, 2].

При размоле в ролико-кольцевой мельнице центробежного типа возможны три варианта взаимодействия размольных тел с обрабатываемым мелкокусковым материалом, схемы которых приведены на рис. 1.

На рис. 1, а показана схема обработки давлением роликом тонкого слоя H .

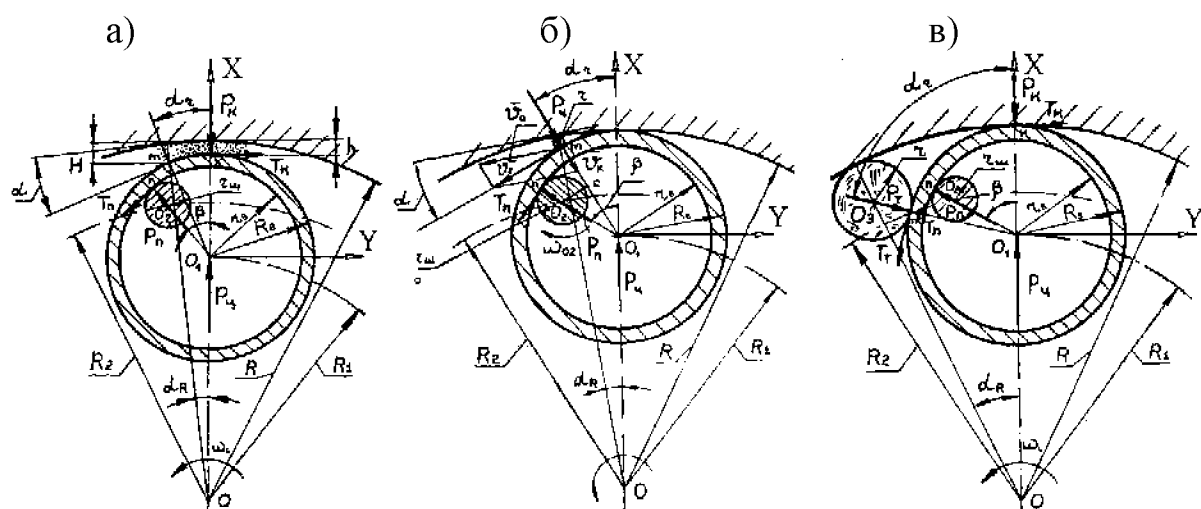


Рис. 1. Схемы силового взаимодействия размольных тел с измельчаемым материалом

Авторами [3] получена формула для расчета действующей на материал нормальной силы

$$P_K = P_{Ц} (1 + f / \operatorname{tg} \beta) / (1 + f^2) = m_K \cdot \omega_0^2 (R - R_B - h) (1 + f / \operatorname{tg} \beta) / (1 + f^2). \quad (1)$$

Из (1) очевидно, что с увеличением толщины (h) слоя обжимаемого роликом материала, угол (β), а, следовательно, ($\operatorname{tg} \beta$) уменьшается, и в пределе они могут достигнуть нуля, при этом усилие P_K будет возрастать до бесконечности. Это свидетельствует о возможном заклинивании ротора или поломке наиболее слабого звена в конструкции (изгиб шпилек).

А. В. ХОМЧЕНКО, И. У. ПРИМАК, А. Н. ВАСИЛЕНКО

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

Остаточные напряжения обеспечивают прочность закаленного стекла и обуславливают их безопасную эксплуатацию. Стекло, при наличии в нем механических напряжений, становится анизотропным, и поляризационно-оптические методы исследования возникающего двулучепреломления позволяют оценить величину и распределение этих напряжений. Методами поляриметрии исследованы образцы закаленного стекла различной толщины, изготовленные при различных режимах закалки. Измерения механических напряжений проводились на созданной экспериментальной установке полярископа большого поля с использованием ранее разработанного метода, а также при помощи полярископа-поляриметра ПКС-250. Выполнен сравнительный анализ распределения напряжений в образцах закаленных стекол различной толщины и различной степени закалки (табл. 1).

Табл.1. Величина напряжений в образцах толщиной 6 мм и различной степени закалки

Толщина мм	Номер образца	%	Давление воздуха	Максимальное напряжение $\sigma \cdot 10^8$ Па		Относительный коэффициент $\sigma_K / \sigma_{Ц}$
				Центр, $\sigma_{Ц}$	Край, σ_K	
6	1	52	Низкое	2,7	2,6	1,0
	2			2,1	2,4	1,1
	3			2,6	2,4	0,9
	1	62	Среднее	2,6	2,4	0,9
	2			2,5	2,5	1,0
	3			2,2	2,6	1,2
	4	2,4	2,5	1,0		
	1	75	Высокое	1,9	3,0	1,6
	2			1,9	3,1	1,6
3	1,5			3,1	2,1	

Проанализирована возможность измерения напряжений растяжения в рассматриваемом подходе путем построения траектории главных напряжений, так называемых изостат, касательные к которым в каждой точке совпадают с направлением одного из главных напряжений.

Таким образом, измеряя распределение интенсивности света можно анализировать и оценивать величину и характер механических напряжений, возникающих в каждой точке стекла.

А. С. СЧАСТНЫЙ, А. А. ОСИПОВ
Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

При производстве листового проката низкоуглеродистой стали формируется анизотропия механических свойств. Наличие механической анизотропии влияет на пригодность исходного материала к дальнейшей обработке на производстве. Поэтому важным является разработка методов неразрушающего контроля анизотропии.

Наличие механической анизотропии у листового проката низкоуглеродистой стали приводит к анизотропии магнитных свойств, которая может быть определена при использовании как стандартных методов измерения параметров петли магнитного гистерезиса, так и с использованием приборов магнитного неразрушающего контроля.

Образцы вырезались вдоль и поперек направления прокатки из листов низкоуглеродистых сталей, предоставленных комбинатом FQZ (Германия). Измерения петель гистерезиса были проведены на разработанной в институте установке при перемагничивании квазистатическим магнитным полем в проходном преобразователе. Значения максимального поля H_m составляли 200, 500 и 2500 А/м, т. е. исследовались параметры петли гистерезиса от практически предельных до частных.

Проведенные измерения показали, что существуют корреляционные связи между механической анизотропией и анизотропией магнитных свойств листового проката низкоуглеродистой стали. Так, при максимальном перемагничивающем поле $H_m = 2500$ А/м, отношение коэрцитивной силы вдоль направления прокатки к коэрцитивной силе поперек $H_{c0}/H_{c90} \approx 1,18$. Для используемого набора листов эта величина приблизительно равна среднему значению отношения коэффициента механической анизотропии поперек направления прокатки к значению вдоль прокатки $R_{90}/R_0 \approx 1,2$. Для практической реализации этой корреляции требуется разработка специализированных приборов, использующих оптимальные параметры петли гистерезиса при применяемой на производстве технологии изготовления проката.

Измерения коэрцитивной силы листов низкоуглеродистых сталей вдоль и поперек направления прокатки с использованием коэрцитиметра КИПФ-1, показало меньшую чувствительность к магнитной анизотропии, чем при измерениях петель гистерезиса в проходном преобразователе.

Во избежание этого, подачу материала в зону размола необходимо дозировать и не допускать попадания кусков с размерами, превышающими или близкими к наибольшему возможному зазору между кольцом и роликом.

При рассмотрении силового взаимодействия с отдельными частицами, размер которых не превышает наибольший возможный зазор между кольцом и роликом (рис. 1, б) определено силовое воздействие на частицу

$$P_{\text{ч}} = \frac{m_{\text{к}} \cdot \omega_0^2}{\cos \alpha_r} \left[(R - R_{\text{в}}) + \frac{\sin \beta \cdot \sin(\alpha_r - \alpha_R) \sqrt{R^2 + 2R_{\text{в}}(1 - \cos \alpha_r) \cdot (R_{\text{в}} - R)}}{\alpha_R \cdot \sin(\beta - \alpha_r)} \right]. \quad (2)$$

Из (2) видно, что при увеличении частицы измельчаемого материала угол захвата α_r возрастает. Это приводит к росту действующей на частицу силы $P_{\text{ч}}$, в пределе $\alpha_r \rightarrow \beta$, возрастающей до бесконечности, а в реальных условиях до разрушения частиц или заклинивания ротора.

Третий вариант взаимодействия с крупными частицами материала, при которых угол захвата по роликам $\alpha_r > \beta$, приведен на рис. 1, в. В этом случае частица захватывается размольными телами и либо разрушается на более мелкие, либо происходит заклинивание ротора.

Анализ возможных схем взаимодействия размольных тел ролико-кольцевой мельницы с твердыми материалами дает основание заключить о том, что для устойчивой работы ролико-кольцевой мельницы необходима дозированная подача исходного материала в зону размола, а в исходном материале не желательны частицы с размером и прочностью, способными вызвать заклинивание роликов в кольце.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сиденко, П. Л. Измельчение в химической промышленности / П. Л. Сиденко. – М.: Химия, 1968. – 382 с.
2. Акунов, В. И. Валковые мельницы высокого давления / В. И. Акунов // Строительные и дорожные машины. – 1994. – № 7. – С. 10–11.
3. Ложечников, Е. Б. Технология размола материалов в ролико-кольцевой мельнице центробежного типа / Е. Б. Ложечников, Е. М. Дубовская // Материалы, технологии, инструменты. – 1999. – № 1. – С. 79–81.

УДК 621.785
СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ, ПРЕТЕРПЕВШИХ
РАВНОКАНАЛЬНО-УГЛОВОЕ ПРЕССОВАНИЕ

А. И. ГОРДИЕНКО, В. В. ИВАШКО, В. И. КОПЫЛОВ
Государственное научное учреждение
«ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

В последнее время особое внимание уделяют исследованиям структуры и свойств сплавов, претерпевших интенсивную пластическую деформацию. Анализируя известные методы деформации (винтовая экструзия, всесторонняя ковка, аккумулярующая прокатка), было установлено, что использование их не может исключить, в процессе деформации, возникновение зон с недостаточно проработанной зеренной структурой. Поэтому в настоящей работе для деформации титана и его сплавов использовался метод многопроходного равноканально-углового прессования (РКУП), разработанный в ФТИ НАН. Для выбора оптимальных температурно-скоростных условий деформирования в процессе изотермического РКУП использовали технически чистый титан марки ВТ1-00 и псевдо α -сплав ПТ-3В.

Предварительные результаты исследований показали, что при правильном выборе температурно-скоростных условий, обеспечивающих достижение регламентированных величин сдвиговых деформаций в процессе РКУП, в титане ВТ1-00 и ВТ1-0, в псевдо α -титановом сплаве ПТ-3В может быть сформирована нано- или субмикроструктурная структура. Проведены металлографические и электронно-микроскопические исследования структурных превращений в техническом титане ВТ1-00, претерпевшем равноканальное угловое прессование РКУП, в процессе изотермического отжига при температурах 200–700 °С в течение 30 мин. Установлено, что, при температурах 300–400 °С, за счет перераспределения дислокаций происходит формирование субзеренной структуры и зарождение новых зерен размером менее 1 мкм с высокоугловыми границами. Процесс рекристаллизации завершается после нагрева до температуры 450 °С. Средний размер рекристаллизованных зерен составляет 1,2 мкм. С повышением температуры отжига от 500 до 700 °С наблюдается собирательный рост зерен от 2,1 до 17 мкм.

Изучено влияние температуры нагрева на механические свойства титана ВТ1-00 после РКУП. Показано, что при изотермическом нагреве титана в интервале температур 20–200 °С прочностные и пластические свойства практически не изменяются и составляют $\sigma_B = 745$ МПа, $\delta = 6-7$ %. С повышением температуры отжига от 300 до 600 °С временное сопротивление на разрыв снижается от 600 до 455 МПа. При нагреве в интервале температур 300–400 °С относительное удлинение снижается до 1–2 %, а после нагрева до 500–600 °С резко повышается до 11–13 %.

мышленной структуры $pSi - SiO_2 - cSi$ (КДБ12) (рис. 1), из которого можно оценить толщины слоев pSi (440 нм) и SiO_2 (100 нм). С помощью ЛЭФ 3М ($\lambda = 632,8$ нм) измерялись поляризационные углы ψ и Δ этой структуры, на основании которых методом наименьших квадратов численно решались обратные задачи эллипсометрии (восстанавливались эффективные оптические параметры двух или пяти слоев). Данные решений этих задач приведены в таблице. Определенные оптические постоянные использовали для оценки f_j слоев.

Табл. 1. Решения обратных задач эллипсометрии

	Пять слоев	Два слоя
Подложка КДБ12 ($n_3 - ik_3$)	3,87 – $i0,031$	3,883 – $i0,020$
Переходный слой $SiO_2 - cSi$ (α_3 , нм)	-0,704	–
Слой SiO_2 ($n_2 - ik_2$, d , нм)	1,461 – $i0$, 100,4	1,468 – $i0$, 101,3
Переходный слой $pSi - SiO_2$ (α_2 , нм)	-5,338	–
Слой pSi ($n_1 - ik_1$, d , нм)	3,946 – $i0,021$, 443.3	3,956 – $i0,027$, 441,7
Поверхностный (α_1 , нм)	-2,095	–

Неравенства $|\alpha_2| > |\alpha_1| > |\alpha_3|$ указывают на изменения толщин и структуры переходных слоев в $pSi - SiO_2 - cSi$. По величине α_3 можно судить о малой толщине переходного слоя $SiO_2 - cSi$, которая близка к толщине естественного слоя на пластине КДБ12 до химической обработки. В то же время, условия получения термического SiO_2 на кремниевых пластинах не приводят к образованию толстых переходных слоев. На это указывают оптические характеристики подложки, определенные с использованием двухслойных и пятислойных моделей. Из соотношений оптических характеристик слоя pSi , приведенных в табл. 1. следует, что наибольшая пористость содержится в слое pSi и его окружении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стаськов, Н. И. Переходные слои в кремниевых структурах $SiO_2 - cSi$ и $pSi - SiO_2 - cSi$ / Н. И. Стаськов, С. О. Парашков, Т. Н. Коледа // Актуальные вопросы теоретической физики, физики конденсированных сред и астрофизики: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 2–3 октября 2014 г. / БрГУ имени А. С. Пушкина; ред. А.В.Демидчик и [др.]. Брест – 2014. – С. 96–101.

УДК535:2
МНОГОУГЛОВАЯ ЭЛЛИПСОМЕТРИЯ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО
КРЕМНИЯ НА КРЕМНИЕВОЙ ПОДЛОЖКЕ С ОКСИДНЫМ СЛОЕМ

Н. И. СТАСЬКОВ, Н. А. КРЕКОТЕНЬ, А. В. ШИЛОВ
Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А. А. Кулешова»
Могилев, Беларусь

Кремниевые многослойники широко используются в интегральной микроэлектронике. Качество работы приборов зависит от структуры слоя поликристаллического кремния (pSi) и наличия вредных поверхностных и переходных слоев. Процесс получения $pSi - SiO_2 - cSi$ начинается с обработки подложек (cSi). Наиболее эффективный процесс очистки с целью удаления естественного поверхностного слоя протекает в растворах на основе перекиси водорода. При быстром термическом отжиге в сухом кислороде на поверхности подложки образуется слой диоксида кремния (SiO_2). Затем, на слой SiO_2 осаждается слой pSi . Ранее [1] обсуждалось влияние параметров слоев кремниевой структуры на измеряемые спектральные характеристики. В данном сообщении приводятся результаты многоугольного эллипсометрического контроля параметров основных (pSi, SiO_2) и паразитных переходных (воздух- $pSi, pSi - SiO_2, SiO_2 - cSi$) слоев.

Авторы рассмотрели две электродинамические модели – двухслойную (технологическую) и пятислойную (реальную). Для определения вещественного состава слоёв использовали модель Максвелла – Гарнетта – Бруггемана, в которой матрица с диэлектрической проницаемостью ϵ_0 заполнена на f_1 % наночастицами с ϵ_1 и на f_2 % наночастицами с ϵ_2 . Доля материала матрицы в слое $f_3 = (100 - f_1 - f_2)$ %.

Поверхностный слой моделировался смесью диоксида кремния и пустот. Слой поликристаллического кремния представлялся матрицей аморфного кремния (αSi), которая заполнялась кристаллическим кремнием и воздухом. Переходные слои $pSi - SiO_2$ и $SiO_2 - cSi$ рассматривали как физические смеси аморфного кремния, кристаллического кремния и диоксида кремния. Слой SiO_2 и подложка считались однородными. Оптические характеристики материалов SiO_2, cSi и αSi приведены в ПО к ES2.



Рис. 1. Структура $pSi - SiO_2 - cSi$

На растровом электронном микроскопе РЭМ S-4800 фирмы Hitachi было получено изображение скола про-

Проведены металлографические и электронно-микроскопические исследования структурных превращений в титановом сплаве ПТ-3В, претерпевшем РКУП, и последующий изотермический отжиг при температурах 200–700 °С. Показано, что процесс первичной рекристаллизации завершается после нагрева до температуры 600 °С. Средний размер первично рекристаллизованных зерен составляет 3 мкм. С повышением температуры отжига от 650 до 700 °С наблюдается собирательный рост зерен от 4 до 6 мкм.

Исследование механических свойств показало, что, при изотермическом нагреве сплава ПТ-3В в интервале температур 20–200 °С прочностные свойства практически не изменяются и составляют $\sigma_b = 1020 - 1025$ МПа, что в 1,45 раз превышает уровень прочности сплава в отожженном или горячекатаном состоянии. Относительное удлинение после отжига при температурах 20–200 °С составляет 8 %. После нагрева до температуры 400 °С относительное удлинение снижается до 5,5 %. С повышением температуры отжига до 500 °С временное сопротивление на разрыв снижается до 950 МПа. Повышение температуры отжига до 600 и 700 °С приводит к развитию процессов собирательной рекристаллизации, резкому снижению временного сопротивления на разрыв до 800 и 730 МПа, соответственно, и повышению относительного удлинения до 13 и 15,5 %.

Быстрый непрерывный нагрев технического титана ВТ1-00 и титанового сплава ПТ-3В оказывает существенное влияние на температурные границы зарождения и рост зерен. Установлено, что после нагрева до температуры 610 °С в основном объеме титана ВТ1-00 наблюдается формирование новых зерен с высокоугловыми границами размером 1–1,5 мкм. Завершение рекристаллизации и собирательный рост зерен происходит после скоростного нагрева до температуры 700 °С, средний размер α -зерен составляет 4,5 мкм. Скоростной нагрев (65 °С/с) сплава ПТ-3В до температур 720–850 °С и последующее охлаждение в воде показал, что появление первых рекристаллизованных зерен наблюдается после достижения температуры 800 °С, что на 200 °С выше по сравнению с печным нагревом. Процесс рекристаллизации завершается после нагрева до 850 °С с формированием новых зерен размером 3–4 мкм. Показано, что при скоростном нагреве до 300 °С, предел прочности снижается от 1180 до 970 МПа, а относительное удлинение от 4 до 2 %. Установлено, что в интервале температур 300–700 °С временное сопротивление на разрыв сплава ПТ-3В практически не изменяется и составляет 930–980 МПа. Резкое повышение относительного удлинения с 3 до 8 % наблюдается после нагрева в интервале температур 300–500 °С.

В. П. ГРУША

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

Для промышленности Беларуси актуальна проблема повышения долговечности деталей быстроизнашивающихся узлов. Это обусловлено тем, что ежегодно на предприятиях машиностроения, горнодобывающей, строительной и химической отраслей только для поддержания оборудования в рабочем состоянии расходуются десятки миллионов долларов США, что имеет не маловажное значение для экономики нашей республики.

Перспективными в этом аспекте являются разработки технологий получения заготовок для деталей ответственного назначения с использованием преимуществ направленности затвердевания металла, в том числе и из различных типов чугуна [1].

Направленное затвердевание предполагает высокую интенсивность теплоотвода, что, с одной стороны, обеспечивает мелкодисперсную структуру затвердевающего чугуна и повышение его физико-механических свойств, с другой стороны, способствует возникновению отбела.

Цель работы заключалась в разработке технологических основ литейно-термической технологии получения заготовок сплошного сечения из серого чугуна в металлическую форму без отбела.

Идея получения чугунной отливки без отбела заключалась в раннем ее извлечении из металлической формы. При этом за счет снижения интенсивности потерь тепла от наружной поверхности происходит перераспределение тепла по сечению затвердевающей отливки, разогрев переохлажденной наружной поверхности и распад только что сформировавшегося термодинамически неустойчивого цементита. Исследования проводили при литье цилиндрических заготовок сплошного сечения ϕ 105 мм из серого чугуна, легированного Cr, Ni, Cu. На основе моделирования условий формирования отливок, при высокой интенсивности теплоотвода в металлической форме, и анализа полученных результатов установлено, что перед заливкой температура кокиля должна находиться в пределах 150–250 °С, при этом времени выдержки на протяжении 75–85 с достаточно для формирования корки, обеспечивающей прочность достаточную для извлечения отливки из кокиля без ее деформации и разрушения.

Разработана и спроектирована технологическая оснастка, обеспечивающая высокую скорость затвердевания первоначальной корки металла и беспрепятственное извлечение формирующейся отливки для последующего охлаждения ее вне формы с заданной скоростью.

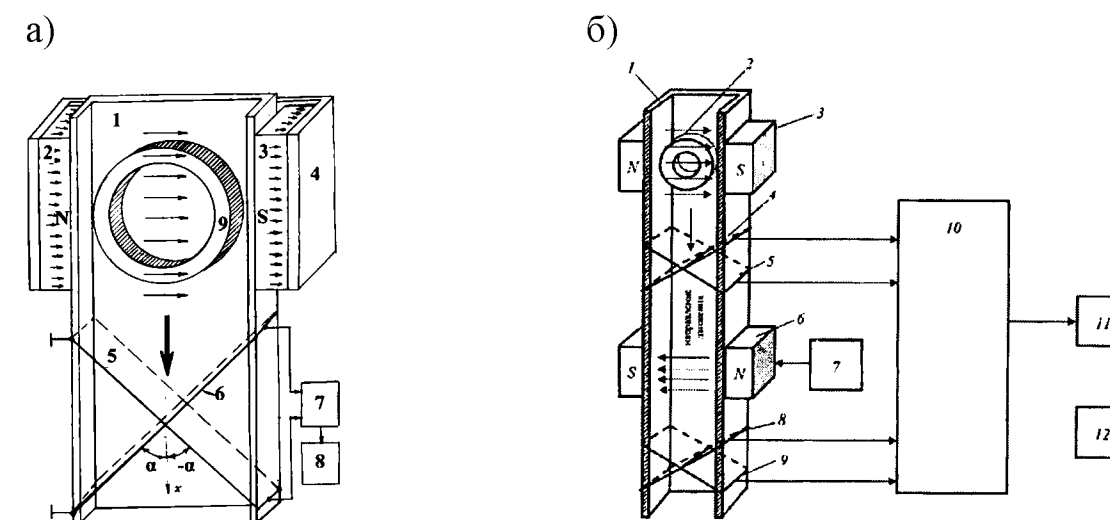


Рис. 1. Функциональные схемы реализации способов [2] (а) и [4] (б)

Но эта методика позволяет исключить влияние неконтролируемого вращения изделий на результат измерения остаточного магнитного потока в них, но не предотвращает самого вращения – изделие как вращалось, так и продолжает вращаться и в область с размагничивающим полем $-H$ (рис. 1, б) попадает в «произвольном», а не строго ориентированном положении. Напряженность, действующего на изделия размагничивающего поля, не постоянна, а имеет произвольные значения от $-H$ до $+H$. Поэтому заявленный результат способа [4] не может быть достигнут.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сандомирский, С. Г. Магнитный контроль физико-механических свойств изделий массового производства в движении (Обзор) / С. Г. Сандомирский // Дефектоскопия. – 1996, – № 7. – С. 24–46.
2. Пат. 12319 Респ. Беларусь, МПК⁸ G 01 N 27/72. Способ сортировки цилиндрических ферромагнитных изделий по их магнитным свойствам: / С. Г. Сандомирский; заявитель ГНУ «ОИМ НАН Беларуси»; заявл. 02.05. 07 г.; опубл. 30.08. 09 г.
3. Пат. 12436 Респ. Беларусь, МПК⁸ G 01 N 27/72. Способ электромагнитного контроля механических свойств движущегося ферромагнитного изделия / С. Г. Сандомирский; заявитель ГНУ «ОИМ НАН Беларуси»; заявл. 19.02. 08 г.; опубл. 30.10. 09 г.
4. Пат. 17381 Респ. Беларусь, МПК⁸ G 01 N 27/80. Способ магнитного контроля твердости движущегося ферромагнитного изделия цилиндрической формы с малым отношением длины к диаметру / В. Ф. Матюк; заявитель ГНУ «ИПФ НАН Беларуси»; заявл. 14.04. 11 г.; опубл. 30.08. 13 г.

С. Г. САНДОМИРСКИЙ, Е. Г. САНДОМИРСКАЯ
Государственное научное учреждение
«ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

При магнитном контроле механических свойств массовых партий стальных и чугуновых изделий наилучшие по производительности и достоверности результаты обеспечивают бесконтактное намагничивание изделий при падении вдоль направляющей сквозь катушку с постоянным током и измерение остаточного магнитного потока Φ_d в изделии [1]. Для контроля движущихся «тел качения с малым отношением длины к диаметру», производные вращения которых после намагничивания предотвратить нельзя, предложен способ [2], в котором изделия для их намагничивания поштучно подают в направляющую в положении, при котором ось каждого изделия ортогональна оси направляющей и магнитному полю, изменение индукции в двух ортогональных плоскостях, ориентированных под углом к направлению движения изделия, преобразовывают в электрические сигналы, вызванные движением намагниченного изделия вдоль направляющей. Вычисляют Φ_d в изделии как корень квадратный из суммы квадратов площадей однополярных импульсов каждого из полученных сигналов (рис. 1, а).

Для магнитного контроля твердости изделий из среднеуглеродистых сталей предложено, намагничивать движущиеся изделия до технического насыщения, частично размагничивать изделия полем противоположного направления и измерять остаточную намагниченность изделия после размагничивания [3]. Условием работоспособности этой методики является стабильность напряженности размагничивающего поля.

Последователь в [4] компилировал способы [2] и [3] для контроля твердости движущихся изделий с малым отношением длины к диаметру: для реализации методики [3] в [4] дважды использован способ [2]. В описании [4] без серьезных ошибок переписаны из изобретений [2, 3] и ряда статей обоснования эффективности использования изобретений [2, 3]. Но заявитель [4] не учел, что выходя из первой зоны намагничивающего поля (рис. 1, б) изделие «в форме тел качения с малым отношением длины к диаметру» неизбежно неконтролируемо вращается. Для предотвращения влияния последствий этого вращения на результат измерения остаточного магнитного потока Φ_d в изделии [2] разработана (рис. 1, а) и использована в [4] (рис. 1, б) методика получения и обработки информационных сигналов.

Экспериментально определен температурно-временной режим охлаждения формирующейся отливки в форме и вне ее. При извлечении из кокиля в центральной части отливки остается часть металла в жидком состоянии с температурой близкой к температуре солидус, температура наружной поверхности отливки составляет около 800 °С. Затвердевание и охлаждение центральной части отливки приводит к разогреву зон, расположенных ближе к наружной поверхности. В конечном итоге температура по объему отливки выравнивается и происходит ее дальнейшее равномерное охлаждение.

Таким образом, после раннего извлечения отливки из кристаллизатора появляется возможность в достаточно широких пределах менять интенсивность отвода тепла и, соответственно, оказывать влияние на процессы структурообразования. Так для разложения цементита в наружной зоне необходимо сохранение высокой температуры в течение максимально длительного промежутка времени. Это достигалось применением футерованных огнеупорным материалом термокамер, позволяющих снижать скорость охлаждения отливки в интервале температур 1000–800 °С до 0,1–0,6 К/с. Дальнейшее охлаждение отливки в области эвтектоидных температур на воздухе со скоростью 1,2–1,5 К/с обеспечивает получение практически полностью перлитной мелкодисперсной (ПД 0,7) матрицы, в которой включения цементита занимают не более 5–7 % площади шлифа. Пластинчатый графит (ПГр1) имеет прямолинейную форму (ПГф1) длина которого составляет 15–25 мкм. Твердость по периметру и высоте заготовки находится в пределах 240–300 НВ, что обеспечивает хорошую обрабатываемость. Предел прочности на разрыв не менее 300 МПа.

Определены тепловые условия распада термодинамически неустойчивого цементита в рамках разработанных основ единой ресурсосберегающей литейно-термической технологии изготовления высококачественных заготовок из чугуна. Это позволило на опытно-экспериментальном участке ИТМ НАН Беларуси наладить выпуск продукции в виде экспериментальных и опытных партий заготовок для проведения эксплуатационных испытаний на предприятиях республики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Марукович, Е. И.** Непрерывно-циклическое литье намораживанием / Е. И. Марукович, В. Ф. Бевза, В. П. Груша // Вести НАН Беларуси. Сер. физ.-техн. наук. – 2014. – № 1. – С. 5–11.

С. В. ДАЙНЕКО, Д. Р. ИСМАИЛОВ, М. В. ПУЗЫРЕВ

Научно-исследовательское учреждение

«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

им. А. Н. Севченко» БГУ

Минск, Беларусь

Известно, что алмазоподобные углеродные пленки отличаются исключительно высокими механическими и трибологическими характеристиками, а также химической инертностью.

Благодаря сочетанию уникальных характеристик (стерильность получения покрытий, высокая химическая инертность), пленки на основе алмазоподобного углерода уже достаточно давно рассматриваются в качестве перспективных защитных покрытий поверхностей различных медицинских инструментов и хирургических имплантантов, так как большой их класс изготавливается из материалов, которые имеют недостаточную совместимость с биологическими тканями.

Осаждение углеродных слоев на различные материалы затруднено наличием кислородной пленки на его поверхности, которая значительно снижает адгезию.

Для улучшения адгезии алмазоподобной углеродной пленки к подложке необходимо создать промежуточный слой, состоящий из карбида металла, выбранного из группы, включающей алюминий, хром, цирконий, титан, германий, или из кремния. В наших экспериментах для создания адгезионного слоя был выбран алюминий.

Было предложено производить осаждение алюминия с использованием того лазерно-плазменного метода, что и для осаждения алмазоподобных углеродных пленок. Осаждение алюминия на поверхность подложки желательно проводить с минимальным содержанием жидкокапельной фазы на поверхности.

В данной работе был оптимизирован состав, структура и технология осаждения адгезионных и промежуточных слоев с целью получения сверхтвердых композиционных защитных покрытий на основе алмазоподобного углерода.

Были получены экспериментальные образцы алмазоподобных углеродных пленок с высоким содержанием sp^3 – связанного углерода (до 50 %).

Были отработаны режимы осаждения и получены пленки алюминия у которых на поверхности практически отсутствует жидкокапельная фаза материала мишени.

рительный блок АЦП обеспечивает: оцифровку данных на сигнальном входе блока; передачу полученных и оцифрованных массивов результатов измерений в управляющий компьютер; передачу соответствующих команд и сигналов управления в ВЧ-блок комплекса по локальной шине управления.

Посредством ПО управляющего компьютера осуществляется управление функционированием основных блоков и модулей измерительного комплекса. Назначением ВЧ блока также является формирование синхросигналов для запуска процедуры оцифровки запускающих и выходных сигналов, формирование тактовых частот (~40МГц) для измерительного блока АЦП. Управление моментом излучения в модуле формирования импульсов излучения с периодом на частоте 2,5 ГГц и выделение из команд локальной шины управления сигналов, предназначенных для функционирования системы измерения, также является функцией блока ВЧ.

Функционирование ВЧ-блока с измерительным блоком АЦП обеспечивает как измерение разности времен распространения радиолокационных импульсных сигналов, что необходимо для измерения толщины покрытий, так и детектирование мгновенных флуктуаций радиолокационных сигналов, что необходимо для измерения времен распространения акустических волн в СДО.

Для определения модуля упругости E с использованием разработанной аппаратуры георадарноакустического комплекса в каждом слое дорожной одежды измеряется скорость v распространения акустических волн. Для этого, по временам распространения отраженных электромагнитных импульсов, определяются толщины $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$ каждого слоя, а затем измеряется время распространения T_p акустических волн в каждом слое. Численные значения времен T_p распространения акустических волн представляются в виде:

$$T_{P1} = \frac{l_1}{v_1}; T_{P2} = \frac{l_2}{v_2} + T_{P1}; T_{P3} = \frac{l_3}{v_3} + T_{P2}; \dots; T_{Pn} = \frac{l_n}{v_n} + T_{Pn-1}.$$

В приведенных формулах величины $v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$ представляют собой скорости распространения акустических волн в первом, втором или n -ом слое дорожной одежды. По скоростям распространения акустических волн в первом, втором, третьем и n -ом слоях, в соответствии с формулой модуля упругости, находятся точные значения $E_1, E_2, E_3, \dots, E_n$ модулей упругости, связанных с прочностью материалов слоев дорожных одежд.

Проведенные испытания показали работоспособность георадарноакустического метода и, созданного на его основе, макета аппаратного комплекса. Сравнение результатов измерений модуля упругости СДО посредством георадарноакустического комплекса с результатами лабораторных испытаний показали схожесть результатов, что характеризует высокую разрешающую способность разработанного метода и созданного на его основе аппаратного комплекса.

А. Ф. РОМАНОВ, А. И. ХОДАСЕВИЧ, И. А. ЧЕРНОБАЙ
Научно-исследовательское учреждение
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ
им. А. Н. Севченко» БГУ
Минск, Беларусь

Наиболее важной составляющей обеспечения безопасности дорожного движения является качество автомобильных дорог, определяемое прочностью дорожных покрытий. На сегодняшний день не существует ни георадарных, ни акустических, ни каких-либо других методов глубинного контроля, позволяющих послойно определять качество слоев дорожных покрытий путем отдельного измерения их прочностных характеристик, в том числе устанавливать наличие пустот, водяных включений, неоднородностей, внутренних провалов и т. п.

Авторами разработан комбинированный метод и технология экспресс-контроля прочности дорожных покрытий, которые базируются на применении георадарного и акустического способов, причем применяемая комбинация сочетает в себе достоинства георадарного и акустического методов. Это позволяет получить новый качественный результат как по определению толщины, так и прочности каждого слоя покрытия автомобильной дороги. Функционирование предлагаемого георадарноакустического метода заключается в одновременном излучении в слои дорожных покрытий акустических импульсов и излучении коротких зондирующих радиоимпульсных сигналов с последующим приемом и детектированием радиосигналов, отраженных внутренними неоднородностями слоев дорожных покрытий. Метод позволяет измерять толщину каждого слоя покрытия и время распространения акустических импульсов в каждом слое дорожных покрытий, и на основании этого вычислять скорость распространения акустической волны в каждом слое покрытия, что дает возможность определять модуль упругости E каждого слоя: $E = v^2 \cdot \rho$, где v и ρ – скорость распространения звука в слое и плотность слоя соответственно. На основании этого производится экспресс-контроль качества и прочности слоев дорожных одежд (СДО) автомобильных дорог.

Разработанный аппаратный комплекс содержит антенный блок с рупорной излучающей антенной (РИА) и рупорной приемной антенной (РПА), которые подключены к измерительному блоку с амплитудно-цифровым преобразователем (ИБ АЦП). В свою очередь, ИБ АЦП связан по интерфейсу USB 2.0 с управляющим персональным компьютером (ПК), имеющим инсталлированное прикладное программное обеспечение (ПО). При этом изме-

О. Г. ДЕВОЙНО, Н. И. ЛУЦКО, А. С. ЛАПКОВСКИЙ
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

В связи с увеличением потребности промышленности в высокоизносостойких материалах и уменьшением возможностей упрочнения однокомпонентных материалов, возрастает роль композиционных материалов, позволяющих значительно увеличить износостойкость.

Уникальные возможности создания композиционных износостойких покрытий предоставляет метод лазерной наплавки. Этот метод, при котором сочетаются небольшие размеры наплавляемых валиков и локальность нагрева, позволяет создавать полосчатые слои, состоящие из материалов, имеющих различные физико-механические свойства.

В данной работе изучалось распределение микротвердости по глубине и в продольном направлении (вдоль поперечного сечения слоя) в двухслойном композиционном покрытии, полученном методом лазерной наплавки чередованием валиков из сплава ПГ-12Н-01 и бронзы ПГ-19М-01. Покрытия наносились на технологическом комплексе на базе непрерывного CO_2 -лазера типа «Комета» и системы числового программного управления на образцы из стали 45. Наплавка велась в четыре этапа. Схема наплавки двухслойного композиционного покрытия приведена на рис. 1.

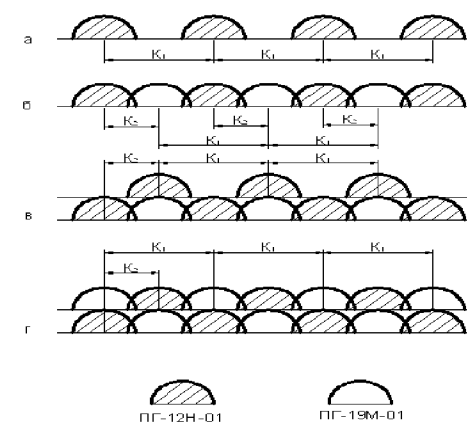


Рис. 1. Схема наплавки двухслойного композиционного покрытия: а – первый этап; б – второй этап; в – третий этап; г – четвертый этап



Рис. 2. Поперечное сечение двухслойного композиционного покрытия из сплава ПГ-12Н-01 и бронзы ПГ-19М-01 х50

Фотография поперечного сечения покрытия приведена на рис. 2. отчетливо видны валики из бронзы ПГ-19М-01, валики из сплава ПГ-12Н-01. Измерение микротвердости проводилось на микротвердомере ПМТ-3 по глубине покрытия по линиям симметрии валиков из сплава ПГ-12Н-01 и бронзы

ПГ-19М-01, находящихся в первом слое покрытия, и в продольном направлении вдоль поперечного сечения слоя параллельно основе.

Типичная картина распределения микротвердости по глубине покрытия, когда в нижнем слое находится валик из бронзы, представлена на рис. 3. В этом случае по глубине слоя наблюдаются три зоны микротвердости, связанные с различными составляющими композиционного покрытия.

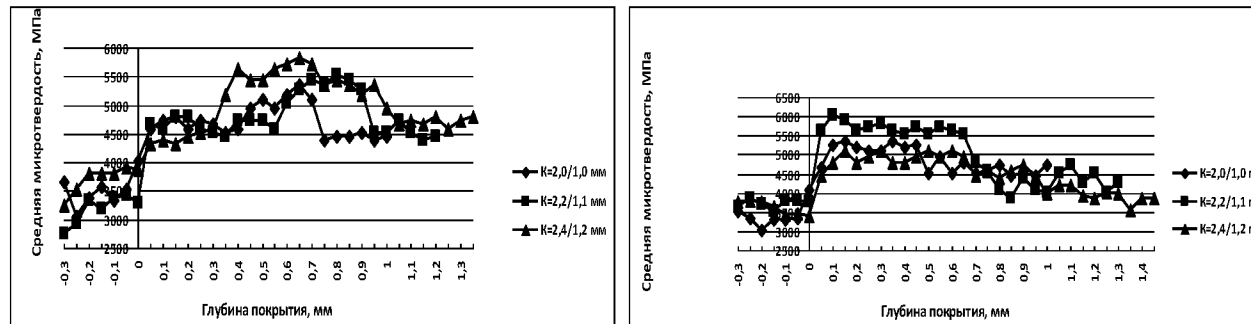


Рис. 3. Распределение микротвердости по глубине двухслойного композиционного покрытия (бронза внизу)

Рис. 4. Распределение микротвердости по глубине двухслойного композиционного покрытия (сплав внизу)

Когда внизу находится валик из сплава ПГ-12Н-01 (рис. 4), по глубине композиционного покрытия наблюдаются две зоны микротвердости.

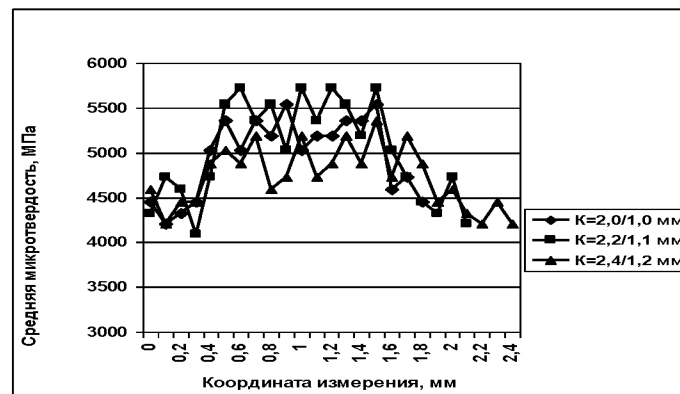


Рис. 5. Распределение микротвердости в двухслойном композиционном покрытии в направлении параллельно основе

Исследование микротвердости в продольном направлении параллельно основе (рис. 5) показало наличие периодического изменения этой характеристики вдоль всего поперечного сечения двухслойного композиционного покрытия.

Таким образом, в двухслойном композиционном покрытии наблюдается периодичность изменения микротвердости не только в направлении параллельно основе, но и по глубине покрытия (когда внизу находится валик из бронзы). Варьируя соотношением шагов наплавки K_1 и K_2 можно добиваться разной периодичности изменения этой характеристики. Кроме того, можно предположить, что существует возможность регулирования и других свойств, в том числе износостойкости и коэффициента трения в композиционных покрытиях, получаемых методом лазерной наплавки.

$$s = \frac{l\sqrt{n_p^2 n_a^{-2} - \sin^2 \varphi}}{\sin \theta_1 \sin \varphi + \cos \theta_1 \sqrt{n_p^2 n_a^{-2} - \sin^2 \varphi}} - a, \quad (1)$$

$$l = \left\{ a \cos \theta_1 - 2 \sin \left(\frac{\varphi}{2} \right) \left[\Delta y \cos \left(\frac{\varphi}{2} - \theta_1 \right) + \Delta x \sin \left(\frac{\varphi}{2} - \theta_1 \right) \right] \right\} (\cos \varphi)^{-1}.$$

Из (1) очевидно, что обеспечить равенство $s(\varphi) \equiv 0$ за счет выбора Δx и Δy невозможно. Тем не менее, можно минимизировать $|s(\varphi)|$ по указанным параметрам, предполагая, что $\varphi \rightarrow 0$. С этой целью следует потребовать, чтобы $(ds/d\varphi)_{\varphi=0} = 0$, $(d^2s/d\varphi^2)_{\varphi=0} = 0$. Решение данной системы

$$\Delta x = a(n_a \sin^2 \theta_1 / n_p + \cos^2 \theta_1), \quad \Delta y = \operatorname{tg} \theta_1 (\Delta x - a n_a / n_p) \quad (2)$$

определяет оптимальное положение оси вращения ПС.

Эффективность решения (2) иллюстрирует рис. 2. Расчеты выполнены для ПС с параметрами $n_a = 1$, $n_p = 1,9645$, $L = 8000 \text{ мкм}$, $a = 2000 \text{ мкм}$.

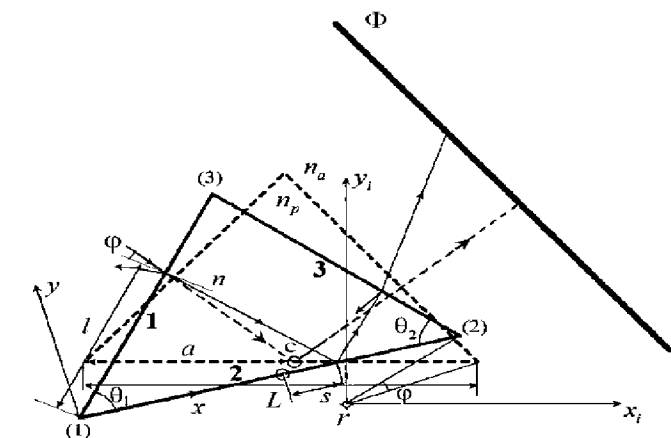


Рис. 1. Схема вращения призмы связи при измерении ее отражательной способности и сопутствующие системы координат

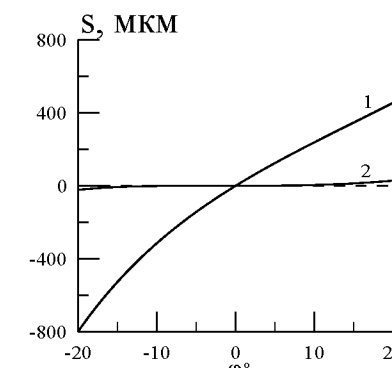


Рис. 2. Смещение точки ввода излучения в пленку при стандартном ($\Delta x = L/2$, $\Delta y = 0$, кривая 1) и оптимальном (2) (кривая 2) выборе оси вращения ПС

Для практического воплощения найденного оптимизационного решения авторы разработали топографическую методику мониторинга положения оси вращения ПС, в которой осуществляется обработка изображения подвижной ПС, полученного CCD камерой.

УДК 621.372.8:535

ОПТИМИЗАЦИЯ ОСИ ВРАЩЕНИЯ ПРИЗМЫ СВЯЗИ

С. О. ПАРАШКОВ, А. Б. СОТСКИЙ, * А. В. ХОМЧЕНКО

Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А. А. Кулешова»

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

При диагностике тонких пленок достаточно эффективен метод волно-водной спектроскопии. В нем информация об исследуемой пленке извлекается из зависимости отражательной способности призмы связи (ПС) от угла падения светового пучка на ее входную грань. В настоящее время, для измерения данной зависимости используются: серийно выпускаемая Metricon Corporation установка Model 2010/M Prism Coupler и уникальная установка, созданная в Белорусско-Российском университете. В обеих установках осуществляется механическое вращение ПС. В настоящей работе анализируется проблема оптимального выбора оси вращения ПС с целью стабилизации точки ввода излучения в исследуемую пленку.

Схема измерения отражательной способности ПС представлена на рис. 1. ПС и примыкающая к ее боковым граням 1 и 3 среда имеют показатели преломления n_p и n_a . Основание ПС контактирует с исследуемой пленкой. Пучок света проходит сквозь входную грань призмы 1, отражается от ее основания и сквозь выходную грань призмы 3 попадает на протяженный фотоприемник Φ . Штриховыми линиями изображены контур призмы и ось пучка при исходном положении измерительной установки. В этом положении ось пучка ортогональна входной грани призмы и пересекает основание призмы в точке ввода излучения в пленку c (эта точка обведена кружком и находится на расстоянии a от ребра призмы (1)). Вращение ПС осуществляется вокруг оси r , параллельной оси Oz . В ходе этого вращения фиксированы ось пучка, падающего на входную грань ПС, фотоприемник и система координат $Ox_i y_i z$, ось Ox_i которой параллельна основанию призмы в ее исходном положении, а ось вращения имеет координаты $x_i = 0$, $y_i = 0$. С ПС жестко связана подвижная система координат $Ox y z$. В данной системе ось вращения, при исходном положении ПС, имеет координаты $x_r = \Delta x$, $y_r = \Delta y$. Поворот ПС на угол φ , в соответствии с законом преломления Снеллиуса, сопровождается изменением положения оси светового пучка в призме и на ее выходе. Ось пучка и грани ПС в ее повернутом на угол φ положении изображены на рис. 1 сплошными линиями.

Возникающее смещение точки ввода $s(\varphi)$ равно

УДК 621.9

ВЛИЯНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
НА ДИСЛОКАЦИОННУЮ СТРУКТУРУ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ

А. Н. ЖИГАЛОВ

ЗАО «ПРОМЫШЛЕННАЯ ЛИЗИНГОВАЯ КОМПАНИЯ»

Могилев, Беларусь

В твердых сплавах имеется большое количество, причем разнообразных по строению, точечных, линейных, объемных дефектов кристаллической решетки и дислокаций, которые оказывают существенное влияние на прочность и ударную вязкость твердого сплава.

При действии на кристаллическую структуру внешней силы расстояния между атомами вдоль направления воздействия изменяются и кристаллическая решетка искажается. Напряженное состояние, возникающее в твердом теле, существенно влияет на процессы его деформации и разрушения. Объемные дефекты кристаллической решетки включают трещины и поры, которые являются сильными концентраторами напряжений, в десятки и более раз повышающими напряжения, создаваемые рабочими нагрузками. Хрупкое разрушение распространяется внутри отдельных зерен вдоль плоскостей с наиболее плотной упаковкой атомов – плоскостей скола.

Повышение прочности твердых сплавов может быть достигнуто либо получением сплавов с близким к идеальному строению кристаллической решетки, в которой отсутствуют дефекты кристаллического строения, или же их число крайне мало; либо, наоборот, увеличением числа структурных несовершенств, препятствующих движению дислокаций.

Влияние наличия в твердом сплаве дислокаций и их плотности, искажений в кристаллических решетках на ударную вязкость при воздействии изменяющихся нагрузок практически не изучено.

Экспериментально доказано, что в результате аэродинамического звукового воздействия на твердый сплав Т15К6 уменьшаются напряжения и плотность дислокаций внутренних слоев, а также искажения в кристаллических решетках, возрастает доля карбида состава (TiC-WC) на 23 % и уменьшается доля карбида (WC) на 16 %, происходит измельчение и перераспределение фаз в зернах карбида (WC).

В производственных условиях установлено, что снижается износ по задней поверхности и на 15–20 % повышается стойкость твердосплавного инструмента, при работе в зоне адгезионного износа, а при работе с изменяющимися нагрузками в зоне, где превалирует ударный износ, стойкость твердосплавного инструмента повышается в 2...3 раза.

А. Н. ЖИГАЛОВ, Г. Ф. ШАТУРОВ
ЗАО «ПРОМЫШЛЕННАЯ ЛИЗИНГОВАЯ КОМПАНИЯ»
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Отказы твердосплавного инструмента от выполнения своего служебного назначения происходят, в основном, из-за изнашивания до величины допустимого износа, выкрашивания, хрупкого разрушения (поломка), пластического деформирования контактных зон режущей части инструмента.

Твердые сплавы представляют собой гетерогенные композиции, состоящие из карбидов вольфрама, титана, тантала, хрома, цементированных для удержания карбидных зерен, являющихся слишком хрупкими и тугоплавкими, кобальтовой связкой.

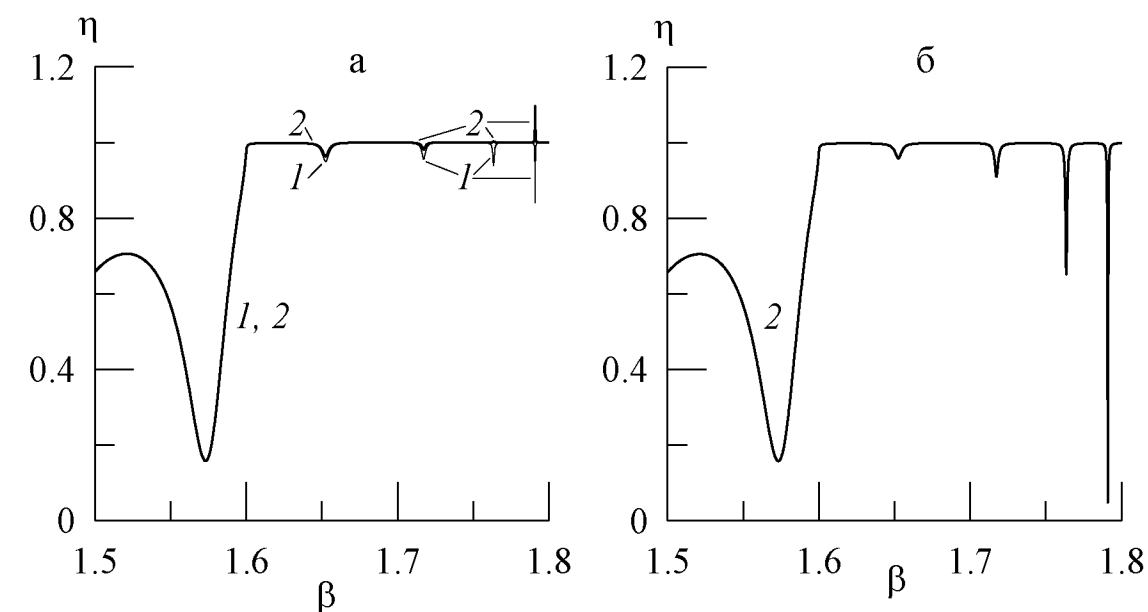
Твердые сплавы являются основными инструментальными материалами, обеспечивающими высокопроизводительную обработку резанием. Общее количество твердосплавного инструмента в металлообрабатывающей промышленности не превышает 25–30 %, однако, этим инструментом производят сьем до 75 % стружки благодаря использованию различных скоростей резания, в 2–3 раза превышающих уровень скоростей, принятых для инструмента из быстрорежущей стали.

Твердые сплавы как инструментальные материалы обладают рядом ценных свойств: высокая твердость (HRA 82–92), хорошее сопротивление истиранию сходящей стружкой и материалом заготовки, которое сохраняется при температуре нагреве 750–1100 °С, не подвергаются заметной пластической деформации при низких температурах и почти не подвержены упругой деформации, величина модуля упругости у твердых сплавов выше, чем у всех известных в технике материалов и составляет 500–700 ГПа, высокий предел прочности при сжатии – до 6 ГПа, относительно высокая теплопроводность и электропроводность, высокая теплостойкость, устойчивы против воздействия кислот и щелочей.

Недостатками твердых сплавов являются: их повышенная хрупкость, которая возрастает с уменьшением содержания кобальта в сплаве; несколько ограниченные технологические возможности из-за относительно невысокого значения предела прочности при изгибе 0,9–2,1 ГПа и ударной вязкости (25000–75000) Дж/м².

Структура и состав, а также технологический процесс производства оказывают существенное влияние на дислокационную структуру твердого сплава, в котором появляются большие искажения кристаллических решеток

50,439 градусов. Воздушный буферный слой между основанием ПС и пленкой имеет толщину 0,05 мкм.



кривая 1 – стандартная плосковолновая модель; 2 – уточненная модель

Рис. 1. Угловая зависимость отражательной способности ПС, приведенной в контакт с пленкой оксинитрида кремния, нормированная на отражательную способность ПС без образца: а – расстояние между точкой ввода пучка в пленку и выходным ребром ПС $l = 5900$ мкм, б – $l = 3850$ мкм, β – проекция безразмерного волнового вектора оси светового пучка на основание ПС

Согласно рис. 1, в рассмотренном диапазоне β пленка направляет четыре собственных и одну вытекающую моду. Точность плосковолновой модели в окрестности модовых резонансов снижается по мере увеличения постоянной распространения моды, а при возбуждении основной моды ($\beta \approx 1,791$), несущей основную информацию о коэффициенте поглощения пленки, эта модель полностью теряет применимость. Здесь функция $\eta(\beta)$ имеет максимум, что объясняется более низким поглощением света в пленке по сравнению с ПС.

При уменьшении расстояния l контраст распределения $\eta(\beta)$ резко возрастает (см. рис. 1, б) из-за остаточного излучения мод в пленке на выходе ПС.

Как следует из рис. 1, плосковолновая модель позволяет корректно описать зависимость $\eta(\beta)$ лишь при возбуждении вытекающих мод, затухание которых не связано с материальным поглощением света.

Авторы разработали уточненный алгоритм решения обратной задачи волноводной спектроскопии, учитывающий ограниченность ПС и ее оптическое поглощение, основанный на асимптотическом анализе упомянутого выше трехкратного интеграла методом перевала.

С. О. ПАРАШКОВ, А. Б. СОТСКИЙ, *Л. И. СОТСКАЯ

Учреждение образования

«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

им. А. А. Кулешова»

*Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Одним из наиболее эффективных методов оптического контроля параметров тонких пленок является волноводная спектроскопия. Этот метод сводится к восстановлению параметров пленок путем обработки угловой зависимости отражательной способности призмы связи $\eta(\beta)$. В настоящее время для анализа $\eta(\beta)$ обычно используется плосковолновая модель, в которой ПС предполагается неограниченной и прозрачной. Такой подход дает приемлемые оценки показателей преломления и толщин пленок. Однако, при восстановлении показателей поглощения пленок, он приводит к неприемлемым погрешностям, ибо плосковолновая модель не позволяет правильно описать зависимость $\eta(\beta)$ в окрестности резонансных провалов, отвечающих возбуждению чувствительных к коэффициентам поглощения пленок волноводных мод. Это объясняется влиянием на указанную зависимость размеров реальной ПС и ее оптического поглощения. Соответствующие ограничения исследуются в настоящем сообщении.

Для формулировки более точной расчетной модели отражательной способности ПС необходимо обеспечить выполнение условия излучения Зоммерфельда в подложке исследуемой структуры. При наличии оптического поглощения в ПС это достигается за счет аналитического продолжения фурье-образа возбуждающего светового пучка на комплексную плоскость. Ограниченность ПС можно учесть, воспользовавшись известным в геометрической оптике принципом локальности при отражении волн. В результате $\eta(\beta)$ представляется трехкратным интегралом по координатам и пространственным частотам.

Результаты расчета данного интеграла представлены на рис. 1 кривыми 2. Рассмотрено возбуждение пленки оксинитрида кремния с комплексным показателем преломления $n = 1,8 - i5 \cdot 10^{-6}$ и толщиной 1 мкм, расположенной на подложке из оксинитрида кремния с повышенным содержанием кислорода ($n = 1,6 - i3 \cdot 10^{-4}$) посредством ПС из галлий-гадолиниевого граната ($n = 2,013 - i1,2 \cdot 10^{-5}$). Использован гауссов пучок ТЕ поляризации радиуса 500 мкм с длиной волны 0,407 мкм. Протяженность основания ПС равна 7700 мкм, углы между боковыми гранями и основанием составляют 49,439 и

структурных элементов с большой плотностью самих дефектов, наличием существенного напряженного состояния различного происхождения, что существенным образом зависит от дисперсности исходных порошков и значительной усадки при спекании, сопровождающееся увеличением плотности спеченного изделия к плотности прессовки от 2,0 до 2,5 раз.

Совершенствование технологий производства твердосплавного инструмента происходит в направлении создания субмикронных карбидов, использования высокопрочных и жаростойких связок, изменения структуры сплава за счет равномерности распределения его компонентов по объему изделия, однородности по размеру и форме карбидных зерен, входящих в его состав, нанесения на его рабочие поверхности покрытий, создания универсальных конструкций стружколомающих рельефов на передней поверхности твердосплавного инструмента, которые не в состоянии решить проблему повышение стойкости (ударной вязкости) инструмента при работе с большими изменяющимися нагрузками.

Теоретически доказано, что механические свойства твердого сплава существенно зависят от искажения кристаллических решеток карбидов твердого сплава, наличия большого количества дефектов и дислокаций, образующихся от состава, дисперсности структуры и процесса спекания.

Разработана научная концепция и создан метод аэродинамического звукового воздействия на твердый сплав, позволяющий направлено воздействовать на дефекты и дислокации структуры, обоснованы и предложены технологические параметры данного метода.

Технологические действия метода обеспечивают входение в резонанс стенок камеры, колебания которых создают направленное амплитудное высокоэнергетическое воздействие проникающее на всю глубину изделия и преодолевающее все виды искажений и дислокаций; рассеивание и поглощение звуковой энергии в основном дефектами кристаллического строения; разблокировку и увеличение подвижности дислокаций, в том числе и замороженных; изменение плотности дислокаций и отход их от препятствий, из-за изменения напряжения как по величине, так и знаку; обеспечение процессов самоорганизации в кристаллических решетках; расщепление субграниц и образование новых, более мелких; создание оптимальных звуковых по плотности энергии и длине волн воздействий для различных видов искажений и дислокаций; сохранение и закрепление созданных структурных изменений; стабильность процесса и адаптацию к производственным условиям, что делает его экономичности состоятельным.

УДК 621.795
ПОЛУЧЕНИЕ ПОКРЫТИЙ ЗОЛОТИСТОГО ЦВЕТА ГАБАРИТНЫХ
ЛИСТОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЛИНЕЙНОГО ЭЛЕКТРОДУГОВОГО
ИСПАРИТЕЛЯ

И. Н. ЖОГЛИК

Государственное научное учреждение
«ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Получение защитно-декоративных нитрид титановых покрытий на листовой зеркальной нержавеющей стали для последующей эксплуатации в строительных конструкциях при атмосферных условиях вызывает необходимость высокой стабильности и повторяемости технологического процесса. Это связано с тем, что на листах зеркальной нержавеющей стали площадью около 1 м² отклонения в равномерности и повторяемости цвета визуально весьма различимы. Установлено, что технология формирования покрытий требуемого цвета при использовании аксиальных электродуговых испарителей не достигается. Причина заключается в том, что линейные размеры катода аксиального испарителя значительно меньше размеров листа. Ухудшает повторяемость процесса изменение свойств плазменного потока по мере расходования катода испарителя. Конструктивно наиболее целесообразны протяженные испарители, размер катода которых соответствует размеру покрываемой поверхности, а запас расходоуемого материала катода значительно выше. Для разработки оптимального технологического процесса предпочтительно использование линейного электродугового испарителя (ЛЭДИ). Однако, при всех конструктивных преимуществах ЛЭДИ, формируемые покрытия не обладают необходимыми цветовыми характеристиками, что свидетельствует о не достаточной активности частиц технологического азота, при отсутствии внешних электромагнитных полей, интенсифицирующих взаимодействие частиц плазмы и газа.

Анализ результатов исследований показывает, что реализация технологического процесса нанесения нитридтитановых покрытий необходимого золотистого цвета с требуемой равномерностью толщины и повторяемостью свойств, может быть обеспечена при использовании ЛЭДИ, оснащенного дополнительным устройством активации технологического газа и соответствующим источником ускоряющего потенциала. С помощью масс-спектрометра установлена зависимость относительного содержания ионов титана от давления азота и параметров внешнего электрического поля. Зависимость активности молекул азота в плазме от параметров внешнего электрического поля дополнительного электрода испарителя определялась при использовании спектрального комплекса на основе оптического монохроматора.

года № 621. Содержание и процедуры основных схем сертификации и декларирования приведены в [1]. Заявителем может выступать изготовитель (продавец, поставщик) государства-члена ТС или уполномоченное иностранным изготовителем лицо на территории ТС.

Физико-технический институт НАН Беларуси имеет значительный опыт в области механической и физико-механической обработки различных материалов. Созданные под руководством Е.Г. Коновалова и П.И. Ящерицына технологии успешно развиваются с учетом современных реалий. В рамках выполнения проектов ГНТП «Алмазы и сверхтвердые материалы» разработаны нормативная и методологическая базы, необходимое испытательное оборудование и оформлен организационно-испытательный центр (ИЦ) ФТИ. В феврале 2000 г. ИЦ прошел процедуру аккредитации в Национальной Системе, получив аттестат ВУ/112.02.1.0368. В настоящее время ИЦ ФТИ входит в перечень аккредитованных испытательных лабораторий Таможенного союза. В область аккредитации центра вошла значительная часть алмазной продукции инструментального назначения, а также абразивные круги и ряд видов лезвийных инструментов. Виды испытаний включают требования безопасности, механической прочности, показатели эксплуатационных свойств, состояния рабочих поверхностей и др. Для реализации процедур испытания в ФТИ НАН Беларуси разработана гамма испытательных стендов, которые эксплуатируются в ИЦ ФТИ и поставлены на ряд предприятий Беларуси. Например, серия ФТИ9.140.000 предназначена для испытания на механическую прочность и запас прочности шлифовальных, отрезных, полировальных, лепестковых кругов и фибровых дисков, алмазных кругов на механическую прочность соединения корпуса круга с алмазным слоем и на механическую прочность корпуса круга. Технические характеристики стендов позволяют применять их при испытании на безопасность отрезных и прорезных фрез, пил дисковых с твердосплавными пластинками, фрез дереворежущих насадных сборных и монолитных. Диаметр испытываемых инструментов 115–600 мм, высота 0,8–80 мм, частота вращения до 24000 об/мин. Первичная и периодическая аттестация стенда производится по разработанной методике аттестации МА-МН 143-2000, прошедшей метрологическую экспертизу в системе Госстандарта РБ. Опыт разработки и эксплуатации испытательных стендов показал их высокую надежность. В приводах стендов используется инверторное управление частотой вращения двигателя с возможностью предварительного программирования режимов испытаний.

В 2013–2014 гг. в ИЦ выполнены испытания для более 40 заказчиков широкой номенклатуры инструмента, подпадающей под требования ТР ТС 010/2011, что обеспечивает потребителям уверенный выбор безопасной и качественной продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования». Минск: БЕЛГИСС, 2012. – 93 с.

УДК 621.9.02:658.562
ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА
ТРЕБОВАНИЯМ ТР ТС 010/2011

В. Я. ЛЕБЕДЕВ, В. М. ГЛУСКИН
Государственное научное учреждение
«ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

В настоящее время в Таможенном союзе Беларуси, Казахстана и России введены в действие ряд технических регламентов, в том числе ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования». Документ содержит перечень объектов технического регулирования, подлежащих подтверждению соответствия в форме сертификации и в форме декларирования, включая и перечень режущего инструмента. Традиционно режущий инструмент являлся объектом повышенной опасности и требования безопасности к нему регламентируются как ТНПА собственно на продукцию, так и специальными нормами.

Современные лезвийные инструменты работают на скоростях резания свыше 10 м/с, алмазобразивные шлифовальные и отрезные круги – 20... 100 м/с и потому к ним предъявляются высокие требования по работоспособности, а также по механической прочности и безопасности. В машиностроении и металлообработке вопросы безопасности особенно актуальны, так как применяемые технологии потенциально опасны ввиду значительных масс движущихся элементов, больших мощностей и количеств высокоскоростных движений. Традиционно шлифовальные и отрезные круги испытываются по критериям безопасности на специальных стендах с испытательной скоростью, превосходящей максимально допустимую рабочую скорость. Имеющиеся на предприятиях стенды серии СИП для таких испытаний устарели физически и морально.

Машины и оборудование, а равно и инструменты, входящие в перечень объектов технического регулирования выпускаются в обращение на рынке при их соответствии техническим регламентам, действие которых на них распространяется. Подтверждение соответствия продукции требованиям ТР ТС осуществляется в форме сертификации или декларирования соответствия. Причем сертификация проводится аккредитованным органом по сертификации, включенным в Единый реестр органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров) Таможенного союза (Еurasian Conformity). Декларирование соответствия может проходить на основании собственных доказательств или полученных с участием органа по сертификации или аккредитованной испытательной лаборатории.

Подтверждение соответствия продукции требованиям ТР ТС выполняется по типовым схемам сертификации или декларирования соответствия, утвержденным решением Комиссии Таможенного союза от 7 апреля 2011

Показано, что использование импульсного электрического поля в условиях стационарного дугового разряда, дает возможность в 2–3 раза повысить активность молекул технологического азота путем повышения степени взаимодействия их с ионами и электронами титановой плазмы.

Создано экспериментальное устройство активации молекул технологического газа с возможностью дополнения его функцией сепарации плазмы от капельной фазы, сепаратор-активатор для оснащения линейных электродуговых испарителей вакуумных ионно-плазменных установок. Для предотвращения повреждения зеркальной поверхности микродуговыми пробоями, реализован способ синтеза нитридтитановых покрытий при использовании импульсного ускоряющего потенциала. С помощью линейного электродугового испарителя, оснащенного сепаратором-активатором и синхронизированным импульсным источником ускоряющего потенциала, обеспечивается формирование на поверхности листов нитрид титановых покрытий с высокой равномерностью цвета и стабильной повторяемостью. Покрытия имеют мелкодисперсную структуру, при синтезе нитрида титана чередующимися импульсами сепаратора-активатора, и ускоряющего потенциала, за счет комбинации двух механизмов формирования синтетических вакуумных конденсатов – синтез ионов титана с активированным азотом внешним электрическим полем сепаратора-активатора, и синтез ионов титана с активированным азотом ускоряющим потенциалом, т. е. комбинацией «мягких» и «жестких» условий конденсации.

С использованием листов зеркальной нержавеющей стали марки AISI-304 и AISI-430 с нитрид титановым покрытием золотистого цвета, покрыты купола десятков культовых объектов. В числе показательных примеров можно отметить храм Православной церкви Могилевской епархии г. Могилев, Свято Вознесенская церковь г. Чаусы, храм архангела Михаила д. Сынковичи, Спасо-Вознесенский храм г. Горки, храм Святых Царственных Мучеников и всех Новомучеников и Исповедников XX века г. Могилев, Свято-Михайловский собор г. Слуцк, Спасо-Преображенский храм г. Шклов, храм Державной иконы Божьей Матери г. Ивацевичи, храм святого великомученика Пантелеймона г. Гомель, Свято-Николаевский гарнизонный собор в Брестской крепости, храм иконы Казанской Божьей Матери в д. Барколабово, храм князя Владимира г. Минск, храм Рождества Иоанна Предтечи г. Минск, храм Андрея Первозванного г. Минск, Александро-Невский кафедральный собор г. Мстиславль, объекты государственного значения, в частности, памятник героям войны 1812 года г. Полоцк, дворец Независимости Республики Беларусь г. Минск и многие другие. Работа отмечена наградой Патриаршего Экзарха всея Беларуси.

ПОРОШКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ
КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА

В. П. ИВАНОВ, А. П. КАСТРЮК, Т. В. ВИГЕРИНА

Учреждение образования
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Новополоцк, Беларусь

В настоящее время большое значение уделяют восстановлению таких дорогостоящих, металлоемких и массовых деталей, как коленчатые валы. Восстановление их характеризуется высоким техническим уровнем применяемого оборудования (высокоточные станки с программным управлением, устройства для автоматизации процессов восстановления и контроля деталей) и качеством материалов, используемых для нанесения покрытий. Это обеспечивает высокое качество восстановления деталей и позволяет выдерживать конкурентную борьбу на рынках сбыта продукции.

В исследованиях для напыления шеек валов использовали смеси порошков: самофлюсующегося ПГ-10Н-01 (50 %), железного ПЖ-5М (30 %), медного ПМС-1 (0–15 %) и никель-алюминиевого ПТ-НА-01 (5–20 %). Алюминий является одним из наиболее сильных восстановителей большинства металлов из их оксидов. С никелем он вступает в экзотермическую реакцию с выделением тепла, что повышает адгезионную и когезионную прочность покрытий. Вступая в реакцию с кислородом, алюминий выступает в качестве упрочняющей фазы и повышает износостойкость покрытий. Структура полученного порошкового покрытия гетерогенная и состоит из твердых частиц, выдерживающих нагрузку на вал и мягкой составляющей, истирающейся при работе и обеспечивающей наличие масла в местах выработки. Тепловой режим пары трения обусловлен соотношением конкурирующих процессов тепловыделения и теплопередачи. Медь, обладая высокой теплопроводностью, увеличивает отвод тепла из зоны трения в соединении, тем самым снижает температуру материала и повышает его износостойкость.

Влияние процентного содержания меди в покрытии на интенсивность изнашивания приведено в табл. 1. При содержании в исходном материале покрытия трущегося соединения до 5 % меди, она оказывает минимальное воздействие на свойства трибосоединения. Интенсивность изнашивания, в этом случае, максимальна, что можно объяснить недостаточным содержанием меди и небольшой теплопроводностью материала покрытия. В начале работы соединения, присутствующие в материале очаги меди, играют роль антифрикционных добавок, но к концу приработки наблюдается скачкообразный рост скорости изнашивания, что свидетельствует об исчезновении медной составляющей.

тельно усугубляют вредное действие геопатогенных зон, ускоряя развитие разных болезней и, в том числе, онкологических заболеваний у человека.

Расположение геопатогенных зон в квартире, в служебном помещении, на открытой площадке или на приусадебном участке можно определить с помощью различных индикаторов. Для начинающих наиболее прост и удобен в пользовании Г-образный индикатор. Это согнутая под прямым углом медная или стальная проволока диаметром 2 или 3 мм. Рекомендуется взять вертикальную часть (которую оператор держит в руке) равной 15 см, а горизонтальную – 30 см.

Для нейтрализации действия геопатогенных полос возможны несколько вариантов:

- 1) перемещение рабочего места из зоны действия геополосы;
- 2) перемещение геополосы из рабочей зоны с помощью активированных микроантенн;
- 3) экранирование помещения или участка.

Наиболее приемлемым является первый способ. Если обнаружена геопатогенная полоса на рабочем месте или в зоне отдыха, то эти места смещаются в нейтральную зону. В другом случае необходимо сместить или нейтрализовать эту полосу. Принцип перемещения полосы состоит в том, что антенны должны сами излучать. Но излучают многие вещества, поэтому все они могут быть микроантеннами. Проведем опыт с листьями папоротника, которыми обложили дом вокруг. При этом патогенная полоса сместилась на папоротник. Известно, что если спать на подстилке из папоротника, то после этого долго и сильно болит голова.

При невозможности сместить полосу применяется способ экранирования. Наиболее простой способ экранирования – окружить проволокой (медной или с лаковой изоляцией) кровать, комнату или все здание.

По данным Общества геопатологов Австрии, руководимого Отто Бергманом, геопатогенные воздействия изменяют напряжение поверхности жидкостных структур клетки, приводящие к дестабилизирующим процессам в структуре ее ДНК.

Воздействие геопатогенной зоны на организм человека происходит в течение длительного времени. Иммунная система человека сопротивляется этому воздействию. Однако, с течением длительного времени, работу по энергетической саморегуляции организма выполнять становится труднее, так как интенсивность геопатогенного излучения не ослабевает, а энергетические ресурсы организма с возрастом слабеют, и нет здоровой компенсирующей подпитки всей энергетики человека.

Таким образом, геопатогенные полосы являются очень важным экологическим фактором, отрицательно влияющим на здоровье людей. Поэтому своевременное обнаружение расположения геопатогенных зон и их нейтрализация имеет актуальное значение.

П. А. КОЗЫРИЦКИЙ

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

Геопатогенные зоны – это ограниченные участки, в которых наблюдаются аномалии суточной динамики геометрических и геомагнитных полей, которые действуют разрушающе на любые биологические объекты, в том числе и на организм человека.

Энергетические сетки Земли различных порядков представляют полевые образования определенной структуры в виде силовых линий, полос, плоскостей и энергетических узлов. В их образовании, помимо сложного взаимодействия многочисленных геофизических факторов, принимает участие космическое излучение, формируя сложнейшую динамическую полевою структуру. Наиболее изученными являются глобальная прямоугольная координатная сетка Э. Хартмана и диагональная координатная сетка М. Курри, биопатогенное воздействие которых является доказанным научным фактом.

Прямоугольную сетку Хартмана называют общей, глобальной, так как она охватывает всю земную поверхность и имеет решетчатую структуру достаточно правильной формы. Сетка названа именем известного немецкого врача и исследователя земного излучения Эрнста Хартмана, который ее впервые обнаружил.

Сетка представляет собой чередующийся ряд параллельных полос (стен), шириной около 20 см. Сетка Хартмана ориентирована по сторонам света. Каждая ее ячейка представлена двумя полосами – короткими от (2,1 до 1,8 м; в среднем 2 м), направленными на север-юг, и более длинными (от 2,25 до 2,6 м; в среднем 2,5 м), направленными на восток-запад. Полосы сетки Хартмана поляризованы на условно «положительные» и «отрицательные». При этом направление их энергетического потока может быть восходящим и нисходящим. В местах пересечения они образуют так называемые узлы Хартмана, величиной около 25 см.

Диагональная сетка Курри. Второй, важнейшей с точки зрения геопатогенного воздействия решетчатой структурой, является диагональная сетка М. Курри. Она образована параллельными полосами (стенами), направленными с юго-запада на северо-восток и перпендикулярно к этому направлению с северо-запада на юго-восток, с ячейками 4 м на 4 м, а иногда 5 м, ширина полос 50 см, пересекающими по диагонали сетку Хартмана.

В городских условиях указанные сетки могут усиливаться и изменяться под воздействием естественных и техногенных факторов, которые дополни-

Табл. 1. Зависимость интенсивности изнашивания составляющих трибопары от среднего содержания меди в порошке для напыления

Содержание меди в порошке для напыления, % мас.	Интенсивность изнашивания, $\times 10^{-6}$, г/м	
	вал	вкладыш
5	4,2	8,9
10	4,0	7,8
15	4,5	7,9

При наличии меди в количестве 10 %, возрастает теплопроводность материала, а интенсивность изнашивания минимальная. В начальный период работы соединения наблюдается резкий скачок интенсивности изнашивания, что объясняется перераспределением меди как антифрикционного материала по поверхности трения.

При содержании меди 15 % на начальной стадии работы трущегося соединения наблюдалось значительное снижение его интенсивности изнашивания. Однако затем происходит ее скачкообразный рост. Это может свидетельствовать о перераспределении меди в начале процесса, затем о концентрации ее в отдельных местах поверхности. Это сказывается, во-первых, на равномерности изнашивания, и, во-вторых, в местах наибольшей концентрации меди наблюдаются микровырывы поверхности вкладыша из-за образования мостиков сварки, что приводит к росту температуры и увеличению изнашивания трущегося соединения.

Интенсивность изнашивания образцов из чугуна ВЧ50, напыленных смесью порошков с содержанием меди 10 %, равна $4,0 \cdot 10^{-6}$ г/м, что ниже интенсивности изнашивания образцов с покрытиями, содержащими менее 5 % меди. Стоимость предложенного порошка ниже стоимости порошка без меди. Интенсивность изнашивания образцов из высокопрочного чугуна выше интенсивности изнашивания образцов с покрытиями без меди и с медью на 9,5 % и 15 % соответственно. Резкий скачок интенсивности изнашивания наблюдается в период приработки, что можно объяснить перераспределением меди по поверхности трения.

Таким образом, минимальная интенсивность изнашивания как всего соединения, так и его деталей, наблюдается при содержании меди близкому к 10 %. При содержании меди в составе порошкового материала 15 % и более, интенсивность изнашивания пары трения увеличивается, что можно объяснить тем, что в процессе триботехнического взаимодействия возникают локальные очаги схватывания и микрофрагментарного вырыва как в покрытии, так и в материале сопряженной детали. Содержание меди менее 5 % практически не оказывает влияния на свойства покрытия и интенсивность изнашивания трибопары.

СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ
ХРОМИСТЫХ ЧУГУНОВ

В. М. ИЛЬЮШЕНКО, Г. П. КОРОТКИН, П. Ю. ДУВАЛОВ
Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН Беларуси»
Могилев, Беларусь

В последнее время центробежное дробильно-размольное оборудование используется для переработки практически любых видов рудного и нерудного сырья [1], обладающего различной твердостью, например, мрамор (110 HV) или кварц (900–1280 HV). При этом происходит интенсивный износ деталей, контактирующих с перерабатываемым материалом. Для предотвращения быстрого выхода из строя узлов и механизмов оборудования используются специальные защитные детали. Приблизительный суммарный расход металла защитных деталей составляет 5,8–16,8 г/т в зависимости от степени твердости перерабатываемого сырья [2]. С учетом часовой производительности мельниц МЦ-1,25 55 тонн в час, часовой износ защитных деталей, например, «подкладного листа», составляет 0,069 г/см², а «отбойной плиты» – 0,004 г/см².

В ИТМ НАН Беларуси ведутся работы по увеличению износостойкости хромистых чугунов за счет оптимизации их химического состава и применения специальных способов литья. Для оценки износостойкости разрабатываемых материалов спроектирован и изготовлен испытательный стенд.

Испытания износостойкости материалов с твердостью 50–60 HRC, обычно, проводят методом абразивного изнашивания при трении образца о закрепленные абразивные частицы (шлифовальная шкурка) [3]. В данном случае, в качестве взаимодействующего с образцом абразивного элемента использовался шлифовальный круг марки 63С40К7V352 диаметром 250 мм и шириной 32 мм. При разработке конструкции испытательного стенда учитывалось требование проведения испытаний в условиях, возможно ближе моделирующих реальные условия эксплуатации защитных деталей. В процессе испытаний контролировались такие параметры, как скорость в зоне контакта, нагрузка на контакте, путь трения, продолжительность работы [4].

Были проведены испытания на износ образцов из ИЧХ с содержанием 3,2...3,6 % С; 16...18 % Cr; 0,1...0,4 % Ni; 0,5...1,0 % Mn; 0,3...0,7 % Si; 0,2...0,5 % Mo; 0,15...0,3 % V; 0,6...1,1 % W при следующих параметрах:

- скорость трения 24 м/мин;
- нагрузка на контакте 12 кгс;
- путь трения 1460,1 м;
- продолжительность трения 1 час.

С помощью ЛЭФ 3М ($\lambda = 6328,8$ нм) и спектрального ра ES2 измеряли поляризационные углы ψ, Δ и соответственно спектры $\tan \psi(\lambda), \cos \Delta(\lambda)$ исследуемых кремниевых структур. Методом наименьших квадратов численно решались обратные задачи эллипсометрии (восстанавливались параметры двух или пяти слоёв). Решения этих задач приведены в табл. 1.

Табл. 1. Геометрические и оптические характеристики структуры

Слой	ES2 (модель III)	ЛЭФ 3М (модель II)	ЛЭФ 3М (модель I)
поверхностный	$d_1 = 5,0$ нм, $N_1(0,6328) = 1,3 - 0,1i$	$\alpha_{01} = -0,91$ нм	–
Si ₃ N ₄	$d_2 = 92,5$ нм, $n_2(0,6328) = 2,011$	$d_2 = 105,4$ нм, $n = 2,018$	$d_{12} = 81,7$ нм, $N_{\text{eff}} = 2,026 - 0,044i$
переходный	$d_3 = 9,7$ нм, $n_3(0,6328) = 1,73$	$\alpha_{01} = -1,12$ нм	–
SiO ₂	$d_4 = 41,3$ нм, $n_4(0,6328) = 1,457$	$d_4 = 43,2$ нм, $n = 1,457$	$d_{34} = 70,1$ нм, $N_{\text{eff}} = 1,634 - 0,007i$
переходный	$d_5 = 3,8$ нм, $N_5(0,6328) = 2,64 - 0,01i$	$\alpha_{01} = -0,63$ нм	
подложка	$N(0,6328) = 3,826 - 0,02i$	$N = 3,829 - 0,017i$	$N = 3,829 - 0,017i$

Как видим, результаты решений обратных задач по данным различных методов достаточно хорошо согласуются при учете поверхностного и переходного слоев (модели III и II). При этом значения оптических характеристик слоев Si₃N₄ и SiO₂ близки к табличным данным из математического обеспечения спектрального эллипсометра ES2.

Суммарные толщины всех слоев на подложке КДБ12, по данным таблицы практически одинаковые ($d_I = 151,8$ нм; $d_{II} = 148,6$ нм; $d_{III} = 152,3$ нм). Это указывает на возможность применения модели Максвелла – Гарнетта–Бругемана для определения компонент переходных слоев по эффективным оптическим показателям, приведенным в последнем столбце таблицы. Пяти-слойные модели, учитывающие переходные и поверхностный слой на границе раздела фаз, позволяют определить параметры структуры Si₃N₄ – SiO₂ – cSi.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Учет влияния естественного поверхностного слоя при исследовании кремниевых пластин методом спектральной эллипсометрии / Н. И. Стаськов [и др.] // Проблемы физики, математики и техники – 2012. – № 1(10) – С. 1–5.

ПЕРЕХОДНЫЕ СЛОИ В КРЕМНИЕВОЙ
СТРУКТУРЕ $Si_3N_4 - SiO_2 - cSi$

Н. Е. КАМЕНСКАЯ, Н. И. СТАСЬКОВ, И. В. ИВАШКЕВИЧ

Учреждение образования
«МОГИЛЁВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А. А. Кулешова»
Могилев, Беларусь

Нитрид кремния (Si_3N_4), наряду с оксидом кремния (SiO_2), является ключевым материалом в кремниевой электронике. Тонкие пленки нитрида кремния, чаще всего, используются как изолирующий слой. Поэтому качество работы приборов интегральной микроэлектроники зависит от структуры основных слоев нитрида и диоксида кремния и присутствия вредных поверхностных и переходных слоев. Процесс получения структуры $Si_3N_4 - SiO_2 - cSi$ начинается с обработки подложек (cSi). При быстром термическом отжиге в сухом кислороде на поверхности подложки образуется слой SiO_2 . Затем на слой SiO_2 осаждается слой Si_3N_4 . Ранее обсуждалось влияние параметров слоев кремниевых структур на измеряемые спектральные характеристики [1]. В данном сообщении приводятся результаты решения обратных задач многоугловой и спектральной эллипсометрии по восстановлению параметров основных (Si_3N_4 , SiO_2) и паразитных переходных слоев на границах раздела воздух – Si_3N_4 , $Si_3N_4 - SiO_2$, $SiO_2 - cSi$.

Были рассмотрены двухслойная электродинамическая модель (I), в которой не учитывались переходные слои, и две пятислойные модели. В первой пятислойной модели (II) переходные слои заменялись слоями поляризованных диполей с поляризуемостями α_{ij} , ($i = 0, 1, 2$; $j = 1, 2, 3$). Во второй пятислойной модели (III) переходные слои рассматривались как однородные слои толщиной d_l с комплексным показателем преломления $N_l = n_l - k_l i$ ($l = 1 \div 5$).

Для определения вещественного состава переходных слоёв использовали модель Максвелла – Гарнетта – Бруггемана (EMAMG), в которой матрица с диэлектрической проницаемостью ϵ_0 заполнена на f_1 % наночастицами с ϵ_1 и на f_2 % наночастицами с ϵ_2 . Доля материала матрицы в слое определяется по выражению $f_3 = (100 - f_1 - f_2)$ %. Поверхностный и переходный слои на границах раздела воздух – Si_3N_4 и $Si_3N_4 - SiO_2$ моделировались физической смесью диоксида кремния, нитрида кремния и пустот. Слои Si_3N_4 , SiO_2 и подложка cSi считались однородными. Переходный слой на границе раздела $SiO_2 - cSi$ моделировался физической смесью аморфного кремния, кристаллического кремния и диоксида кремния.

В результате удельный часовой износ составил $0,0295$ г/см², что сравнимо с реальными износами защитных деталей центробежных мельниц ($0,004 - 0,069$ г/см²).

Разработанный испытательный стенд представлен на рис. 1.

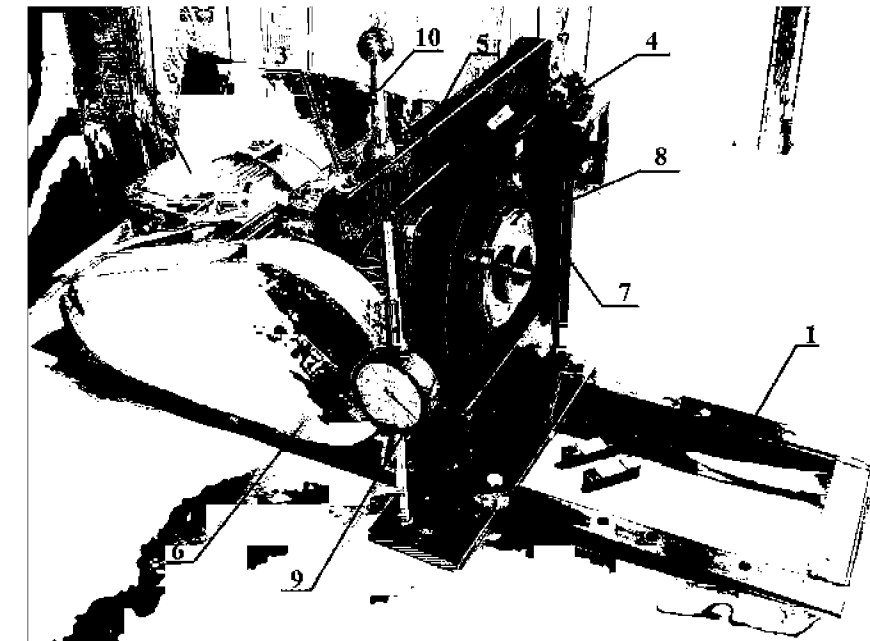


Рис. 1. Стенд для испытаний образцов на абразивный износ: 1 – рама; 2 – электродвигатель; 3 – червячный редуктор; 4 – крепление; 5 – рычаг нагружения; 6 – ременная передача; 7 – образец; 8 – шлифовальный круг; 9 – пружинный динамометр; 10 – винт с рукояткой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Бородавко, В. И.** Вступительное слово к конференции / В. И. Бородавко // Переработка минерального сырья. Инновационные технологии и оборудование: материалы 4-й Междунар. науч.-техн. конф. – Минск, 27–28 ноября 2012 г. – С. 3–4.
2. **Иванович, Е. Н.** Опыт применения ударно-центробежных дробилок УП «НПО «Центр» в обогащение хризотил-асбеста» / Е. Н. Иванович, А. В. Таболич, П. П. Шиманович // Переработка минерального сырья. Инновационные технологии и оборудование: материалы 4-й Междунар. науч.-техн. конф. – Минск, 27–28 ноября 2012 г. – С. 51–54.
3. **ГОСТ 17367-71.** Металлы. Метод испытаний на абразивное изнашивание при трении о закрепленные абразивные частицы.
4. **ГОСТ 30480-97.** Обеспечение износостойкости изделий. Методы испытаний на износостойкость. Общие требования.

УДК 669.715:66.091.3
 СИНТЕЗ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО КОМПОЗИЦИОННОГО
 ПОРОШКОВОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО
 АЛЮМИНИЕМ BN

А. И. КОМАРОВ, В. И. КОМАРОВА, Д. В. ОРДА
 Государственное научное учреждение
 «ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ НАН Беларуси»
 Минск, Беларусь

Сплавы системы алюминий-кремний служат основой большинства литейных алюминиевых композиций, широко применяемых в различных отраслях промышленности. В связи со структурными особенностями литых сплавов (грубые включения Si и интерметаллидных фаз) прочностные характеристики силуминов невысокие, особенно пластичность. Наиболее действенным фактором улучшения структуры этих сплавов остается их модифицирование, приводящее к измельчению структурных составляющих. В последнее время все большее применение в качестве модификаторов получают нанопорошки тугоплавких керамических соединений, выполняющих роль дополнительных центров кристаллизации. Однако широкому их применению в качестве модификаторов препятствует сложность введения наночастиц в расплавы с обеспечением равномерного распределения в них. Известные методы, основанные на предварительном перемешивании наносоединений с микропорошками механоактивацией и последующим введением образовавшейся смеси в расплавы [1], не обладают достаточной эффективностью вследствие возможного образования агрегатов.

В [2] предложен способ синтеза наноструктурированных композиционных тугоплавких наполнителей (НКТН) в исходной шихте, состоящей из смеси микропорошков и реакционно активных элементов, при ее термической обработке в восстановительной атмосфере аммиака и водорода. Показано, что реакции, протекающие между компонентами шихты сопровождаются образованием тугоплавких керамических наноразмерных соединений и элементов в поверхностных слоях базовых порошков. Полученные НКТН являются полифункциональными, поскольку входящие в них микропорошки выполняют, с одной стороны, функцию доноров для протекания на их поверхности химических реакций, приводящих к образованию наноразмерных керамических соединений различной природы, с другой, – носителей этих наночастиц в расплавы. При этом изменение типа порошков и легирующих элементов позволяет управлять составом и структурой, формируемых НКТН. На рис. 1, а представлен фрагмент дифрактограммы наноструктурированного материала BN_{Al} , полученного из смеси микропорошков ГНБ и Al. Видно, что фазовый состав порошка BN_{Al} представлен Al, ГНБ и синтезированными *in-situ* на поверхности BN наноразмерными соединениями AlN,

значительно ($\sigma = 0,0212$), а значение толщины пленки уменьшилось на величину толщины переходного слоя (0,8 нм).

При использовании пятислойной модели ставили задачу обнаружить и учесть неоднородность пленки TiO_x по толщине. Каждый ее слой моделировался бинарным (модель Максвелла – Гарнетта) с различным процентным содержанием TiO_2 и TiO_x . Значения толщин этих слоев и процентное содержание компонент приведены в табл. 2. Нумерация слоев ведется от подложки. Расхождение измеренных и рассчитанных поляризационных углов в этом случае составила $\sigma = 0,0176$.

Табл. 2. Состав и толщины подслоев пленок

№	Процентное соотношение TiO_2/TiO_x в слое	Толщина слоя, нм	
		Образец № 1	Образец № 2
1	10/90	1,03	7,71
2	30/70	5,46	6,30
3	50/50	5,47	6,31
4	70/30	1,11	1,22
5	100/0	11,08	10,90

Обратная задача многоугловой эллипсометрии (ОЗМЭ) решалась методом наименьших квадратов для трехслойной модели, в которой переходный слой подложка - пленка и поверхностный слой на пленке учитывались поляризуемостями. Параметры трехслойных моделей обоих образцов представлены в табл. 3.

Табл. 3. Оптические характеристики пленок

Параметры модели	Образец № 1	Образец № 2
Показатель преломления слоя TiO_x	2,183	2,218
Показатель поглощения слоя TiO_x	0,146	0,324
Толщина слоя, нм	20,0	32,00
Поляризуемость поверхностного слоя, нм	-0,996	-0,362
Поляризуемость переходного слоя, нм	-2,717	-1,866
Расхождение (градусы)	0,244	0,623

Решения ОЗМЭ и ОЗСЭ дают практически одинаковую толщину слоев. Рассчитанные методом многоугловой эллипсометрии n, k слоя TiO_x близки к аналогичным эффективным параметрам однослойной модели в спектральной эллипсометрии на длине волны 632,8 нм (для образца № 1 $n = 2,215$, $k = 0,066$ (для образца № 2 $n = 2,328$, $k = 0,132$). Достаточно высокие значения поляризуемости переходных и поверхностных слоев указывают на неоднородность структуры пленок TiO_x . Толщины пленок, полученные при решении ОЗМЭ, близки к совокупной толщине в пятислойной модели ОЗСЭ.

Таким образом, установлено, что пленки TiO_x , сформированные методом ВЧ-магнетрона, при указанных выше условиях на кремниевых подложках, являются неоднородными по толщине. Их структуру с некоторым приближением можно описывать пятислойной моделью из бинарных слоев TiO_2/TiO_x .

И. В. ИВАШКЕВИЧ, Н. И. СТАСЬКОВ, В. В. ФИЛИППОВ

Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

им. А. А. Кулешова»

Могилев, Беларусь

В настоящее время перспективны для практического использования тонкопленочные прозрачные проводящие покрытия на основе оксидов металлов. Структуру таких плёнок можно оценивать из анализа их оптических характеристик – показателей преломления (n) и поглощения (k). В данной работе сделана попытка описать структуру плёнок TiO_x , пользуясь решениями обратных эллипсометрических задач.

Исследуемые пленки TiO_x были получены методом ВЧ-магнетронного распыления Ti на кремниевые подложки в газовой среде $Ar+O_2$. Условия формирования нескольких образцов указаны в табл. 1. На спектральном эллипсометре ES-2 были измерены спектры $tg\Psi(\lambda)$, $\cos\Delta(\lambda)$ пленок при углах падения света 60° , 65° и 70° в диапазоне 500–1000 нм и на ЛЭФ-3М ($\lambda = 632,8$ нм) - поляризационные углы Ψ и Δ при углах падения от 60° до 76° с шагом 1° .

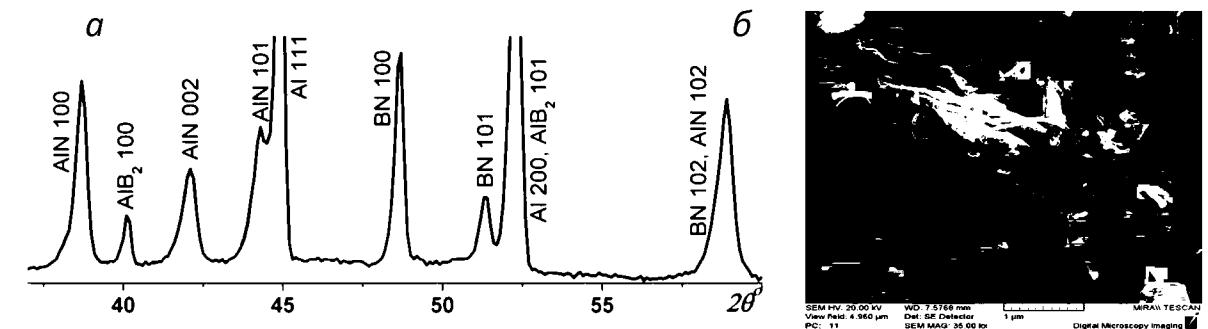
Табл. 1. Физические условия получения пленок

№ образца	Время распыления, мин	Мощность ВЧ магнетрона, Вт	Температура подложки, $^\circ C$	Процентное соотношение Ar/O_2	Давление, Па
1	1	100	25	80/20	1,1
	2	300			
	9	600			
2	1	100	25	60/40	1,22–1,27
	25	300			

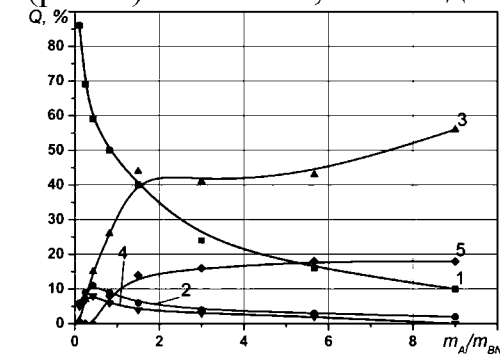
Обратная задача спектральной эллипсометрии (ОЗСЭ) решалась в программном обеспечении (Spel) эллипсометра ES-2. Рассматривались 1-, 2-, и 5-слойная модели. Однослойная модель позволила определить толщину исследуемых пленок и эффективные показатели n и k . Значение показателя преломления пленок оказалось значительно ниже, чем значения показателей преломления диоксида титана как в фазе анатаза, так и рутила. Это может указывать на присутствие определенной доли титана. Расхождение измеренных и рассчитанных поляризационных углов, при решении ОЗСЭ ($\sigma = 0,0218$) для однослойной модели, значительно превышало погрешность измерений поляризационных углов. Это потребовало рассмотрения более сложных электродинамических моделей.

При использовании двухслойной модели учитывался переходный слой между кремниевой подложкой и пленкой TiO_x . Расхождение измеренных и рассчитанных поляризационных углов при решении ОЗСЭ изменилось не-

AlB_2 , имеющими химическую связь с частицами BN. При этом, согласно данным СЭМ, AlN синтезируется в виде нанотрубок и нановолокон (рис. 1, б). Появление AlB_2 в составе BN_{Al} указывает на частичную деструкцию ГНБ, поскольку свободный бор в шихту не вводился.

Рис. 1. Дифрактограмма (а) и СЭМ-изображение (б) наноструктурированного BN_{Al}

Анализ результатов систематического исследования структурного состояния BN_{Al} позволил установить зависимость структурных характеристик его компонентов от соотношения масс Al и BN (m_{Al}/m_{BN}) в шихте (рис. 2). Показано, что введение синтезированного порошка BN_{Al} в расплав сплава АК12М2МгН приводит к диспергированию структурных составляющих

Рис. 2. Зависимость объемной доли компонентов BN_{Al} от m_{Al}/m_{BN} : 1–BN; 2–AlN; 3–Al; 4– AlB_2 ; 5– Al_2O_3

отливков этого сплава до 8 раз, снижению коэффициента трения в 3–13 раз и повышению износостойкости в 4–28 раз [2]. Показано также, что синтезированный порошок BN_{Al} , представляющий собой наноструктурный материал, перспективен для получения сверхтвердых композиционных материалов на базе кубического нитрида бора, образуемого из ГНБ при термобарической обработке BN_{Al} [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние нанопорошковых инокуляторов на структуру и свойства сплава $AlSi7Mg$ / В. Манолов [и др.] // Литейное производство. – № 4. – С. 17–20.
2. Влияние фазового состава наноструктурированного тугоплавкого модификатора на структуру и триботехнические свойства сплава АК12М2МгН / П. А. Витязь [и др.] // Трение и износ. – 2013 – Т. 34 – № 5 – С. 435–445.
3. Разработка сверхтвердого композиционного материала на основе кубического нитрида бора из гексагонального BN, модифицированного нановолокнами нитрида алюминия / В. И. Комаров [и др.] // Актуальные вопросы машиноведения: сб. науч. тр. – Минск : ОИМ НАН Беларуси. – 2014. – Вып. 1. – С. 304–308.

УДК 621.793
МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ (Ti,Zr)N ПОКРЫТИЯ, ОСАЖДЕННЫЕ ИЗ
ПОТОКОВ СЕПАРИРОВАННОЙ ВАКУУМНО-ДУГОВОЙ ПЛАЗМЫ

С. Д. ЛАТУШКИНА, В. Ю. ГЛАДКИЙ, О. И. ТЕРЕЩУК
Государственное научное учреждение
«ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Повышение работоспособности режущего инструмента можно обеспечить за счет осаждения наноструктурных покрытий, обладающих уникальными свойствами, обеспечивающие повышение стойкости инструментального материала [1, 2]. Уменьшение размера кристаллитов ниже некоторой пороговой величины 100 нм, приводит к изменению физико-механических свойств таких материалов.

Цель исследования заключалась в изучении процессов фазо- и структурообразования многокомпонентных систем (Ti,Zr)N, осажденных из потоков сепарированной плазмы в зависимости от технологических параметров осаждения.

Покрытия формировались на вакуумно-дуговой модернизированной установке УРМЗ.279.048 с сепаратором макрочастиц в виде двухканального Y-образного плазменного фильтра [3] путем одновременного распыления двух катодов из титана и циркония в среде очищенного азота, при парциальном давлении $0,6 \cdot 10^{-2}$ Па. Потенциал смещения на подложке составлял – 80 В. Соотношение элементов в составе покрытий регулировалось изменением токов дуговых разрядов для используемых катодов.

Как показали исследования структуры и морфологии осажденных покрытий, использование сепарирующей системы позволило осаждать покрытие без макрочастиц, отрицательно влияющих на физико-механические свойства конденсата (рис. 1).

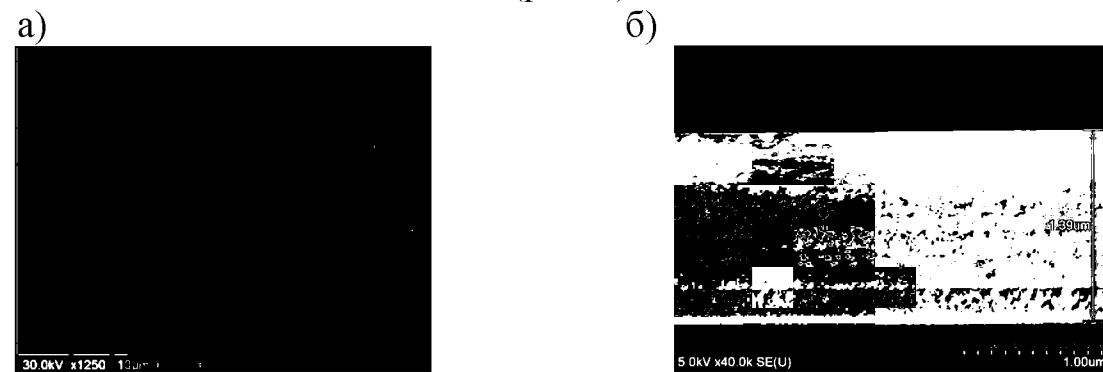


Рис. 1. Морфология поверхности (а) и фрактограмма (б) осажденных покрытий (Ti,Zr)N из сепарированных плазменных потоков

с некоторой доверительной вероятностью лежит значение измерительного сигнала (сигнал непрерывно меняется). Для оценки качества воспроизведения выходного сигнала следует выбирать некоторый критерий, который позволил бы определить наиболее достоверную оценку точности. Выбор таких критериев и их применение составляет одну из задач при исследовании динамики измерительных устройств.

В работе приведены результаты теоретического и экспериментального исследования преобразователя следящего типа, сочетающего пневматический и оптический принципы преобразования измерительной информации. Измерительное устройство отличается тем, что в нем, наряду с оптоэлектронным функциональным преобразованием, внесен элемент слежения первичной информации. Следящий режим работы реализуется введением в пневматическую систему первичного пневматического преобразователя отрицательной обратной силы. При этом расширяется диапазон измерений и уменьшается время установления выходного сигнала. Время реакции бесконтактного пневматического преобразователя следящего типа (БПСП) определяется чувствительностью K_{Π} , эффективной площадью f_{Σ} упругих элементов и их жесткостью K_0 , массой m_0 подвижной системы.

Повышение быстродействия БПСП можно объяснить тем, что отрицательная обратная связь (ООС) уменьшает величину входного сигнала, поступающего на вход преобразователя. Входное воздействие представляет собой изменение зазора между торцом выходного дросселя и поверхностью контролируемого изделия. При наличии же ООС выходной сигнал уменьшается, например, при уменьшении размера изделия, за счет перемещения подвижного штока и жестко связанного с ним выходного дросселя. Это вызовет более высокую скорость изменения давления воздуха в измерительной камере и поддержку выходного дросселя на заданном уровне h_0 , установленному по эталону.

Динамическая точность пневматического преобразователя следящего типа определяется его высокой чувствительностью и при рабочем диапазоне измерений $0,12 \cdot 10^{-3}$ м на линейном участке характеристики не превышает 3 %. Определяющим при выборе схемы и параметров БПСП является также максимальное значение амплитудной динамической погрешности и для экспериментального образца, при выбранных параметрах, составляет $1,08 \cdot 10^{-6}$ м.

Разработанное пневмоэлектрическое бесконтактное измерительное устройство следящего типа обладает высокой чувствительностью, динамической точностью и широким диапазоном. Оно удовлетворяет технологическим эксплуатационным требованиям автоматического контроля изделий в условиях непрерывного технологического процесса.

В. Ф. ГОГОЛИНСКИЙ, А. А. АФАНАСЬЕВ, В. В. ПИСАРИК

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

Динамические погрешности возникают при изменении параметров изделия, например, геометрических параметров протяженных изделий при их непрерывном технологическом процессе производства. В измерительном устройстве при этом отсутствует установившийся режим, так как постоянно происходят изменения контролируемого параметра.

Источниками динамической погрешности бесконтактных пневматических преобразователей являются элементы, характеризующиеся такими параметрами, как массой, моментами инерции, коэффициентом демпфирования и др. Наличие таких элементов приводит к запаздыванию процессов преобразования и передачи информации, а также к динамическим искажениям выходного сигнала. Отсюда вытекает необходимость исследования этих данных для оценки метрологических показателей в условиях активного контроля.

Анализ работ показывает, что в настоящее время не существует какого-то одного универсального критерия, по которому можно было бы подобрать параметры измерительного устройства (ИУ), обеспечивающие минимальную динамическую погрешность. Основные методы оценки динамической точности: частотные методы; методы интегральных оценок; методы теории инвариантности; методы, в которых рассматривается распределение нулей и полюсов передаточной функции; методы, основанные на теории случайных процессов и другие. На выбор метода оценки динамической точности влияют характер и форма контролируемого сигнала, воздействующего на вход ИУ и определяемого процессом, параметры которого измеряются. Существуют различные методы задания входных сигналов: типовые (стандартизированные) сигналы; ограниченные по модулю; описанные статическими характеристиками.

Выбор стандартизированного сигнала, наряду с другими причинами, зависит также от формы представления динамических характеристик преобразователя. Так, например, преобразователи, представляющие собой колебательную систему, удобно описывать частотными характеристиками, а преобразователи типа апериодического звена – временными характеристиками.

Следует отметить, что значение динамической погрешности не дает возможности непосредственно оценить качество воспроизведения выходного сигнала измерительным преобразователем. Дело в том, что непосредственно сама динамическая погрешность не определяет интервал, в котором

Применение сепарирующей системы позволило снизить шероховатость осаждаемых покрытий до уровня 0,1–0,2 мкм, что в 2,5–3 раза ниже в сравнении с характеристиками покрытий, осаждаемых из несепарированных плазменных потоков. Уменьшение шероховатости способствует снижению температуры и адгезионного схватывания в зоне контакта.

Установлено, что для покрытий системы (Ti,Zr)N основной кристаллической составляющей является твердый раствор (Ti,Zr)N на основе кубической решетки структурного типа NaCl. Период решетки покрытий (Ti,Zr)N увеличивается с повышением концентрации Zr. Поскольку атомный радиус циркония (0,160 нм) превышает атомный радиус титана (0,146 нм) можно говорить об образовании твердого раствора $Ti_xZr_{1-x}N$ на базе решетки TiN. Введение легирующего элемента приводит к уменьшению размера зерна до 6–8 нм (для покрытий TiN – 30–40 нм). Для всех исследованных покрытий характерны высокие значения сжимающих остаточных напряжений порядка 13–20 ГПа. Это свойственно конденсатам нитридов, полученным в условиях ионной бомбардировки, способствующей улучшению адгезии покрытия к материалу основы и развитию в нем структурных напряжений сжатия, обусловленных «atomic peening» эффектом [4].

Исследования покрытий с различным содержанием циркония установили повышение микротвердости исследуемых покрытий до 32–36 ГПа.

Определены зависимости коэффициента трения покрытий (Ti,Zr)N от содержания циркония в составе покрытия (рис. 2).

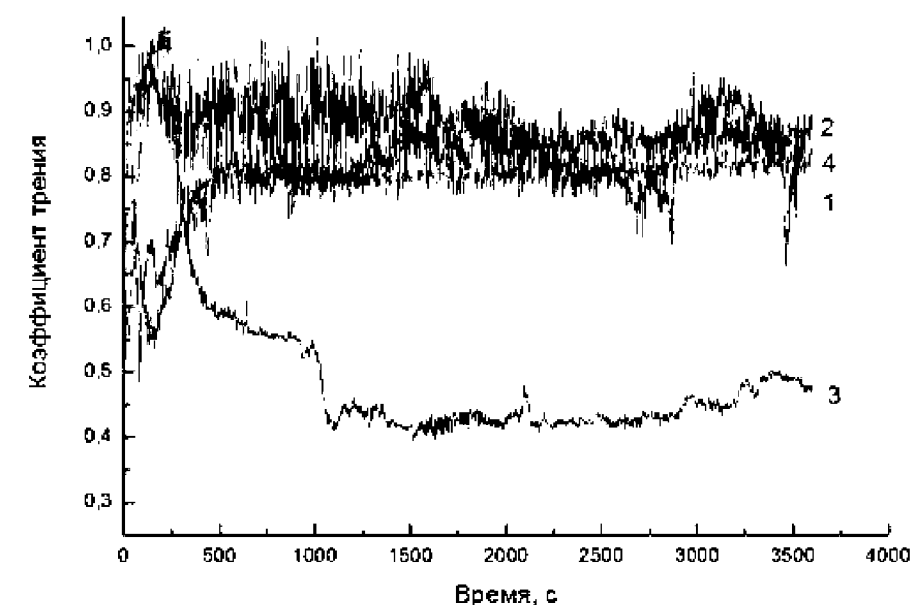


Рис. 2. Зависимость коэффициента сухого трения твердосплавных пластин с покрытиями при различном содержании циркония: 1 – (Ti,Zr)N (15 ат. % Zr), 2 – (Ti,Zr)N (23 ат. % Zr), 3 – (Ti,Zr)N (34 ат. % Zr), 4 – (Ti,Zr)N (43 ат. % Zr)

Предложен способ формирования из сепарированных плазменных потоков многокомпонентных нанокристаллических покрытий, отличающихся высокой плотностью, однородностью по толщине, а также низкой шероховатостью. Применение разработанных нанокристаллических высокотвердых покрытий для упрочнения рабочей поверхности инструмента должно обеспечить снижение абразивного износа инструментального материала, а низкий коэффициент трения быстрое удаление стружки из зоны обработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Veprek, S.** Industrial applications of superhard nanocomposite coatings / S. Veprek, M. Veprek-Heijman, // Surf. And Coat. Technol. – 2008. – Vol. 202 – P. 5063–5073.
2. **Левашов, Е. А.** Многофункциональные наноструктурированные пленки / Е. А. Левашов, Д. В. Штанский // Успехи химии. – 2007. – № 76(5). – С. 501–509.
3. Латушкина, С. Д. Вакуумно-дуговые наноструктурные покрытия на основе нитрида титана / С. Д. Латушкина [и др.] // Перспективные материалы – 2014. – № 6. – С. 49–55.
4. **Detor, A. J.** Stress and microstructure evolution in thick sputtered films / A. J. Detor, A. M. Hodeg, E. Chason [et. al] // Acta Materialia. – 2009. – 57 (7). – P. 2055–2065.

необходимо классифицировать попадает в область пространства, для которого обучающие данные отсутствуют и другие. Нейронные сети с радиальными базисными функциями лишены некоторых недостатков, характерных для нейронных сетей с архитектурой многослойного персептрона, что, наряду с их достаточно простой структурой, сделал их одной из альтернатив многослойным персептронам при решении, например, задач классификации [2]. Поэтому в работе использовались именно такие нейронные сети.

Для сравнения эффективности предлагаемого подхода с другими известными алгоритмами, применяемыми для решения подобных задач, был проведен ряд дополнительных экспериментов с целью определения эффективности альтернативных подходов на задаче, в основе которой лежит тестовый набор динамограмм. Задача, на которой проводились исследования, решалась в постановке задачи распознавания образов. По виду предъявляемой алгоритму динамограммы необходимо было определить, находится ли насосная установка в исправном состоянии, либо ее нормальное функционирование нарушено. В последнем случае по виду динамограммы, могут быть диагностированы типовые нарушения в работе глубинной насосной установки. В качестве альтернативных подходов были рассмотрены и реализованы следующие методы: одиночная нейронная сеть с архитектурой многослойный персептрон, деревья решений, построенные методом C4.5, байесовский классификатор, алгоритм классификации на основе гиперсфер. В качестве критериев эффективности рассматриваемых подходов использовались оценки вероятности ошибок первого и второго рода.

Полученные результаты показывают, что при попытке классификации всех видов неисправностей одновременно более высокие результаты демонстрирует подход, основанный на использовании нейронных сетей с радиальными базисными функциями. Для задачи классификации отдельных типов неисправностей в среднем чуть лучшие результаты демонстрирует подход, использующий расширенный набор активационных функций. Поэтому предлагается использовать в дальнейшем коллективы искусственных нейронных сетей, включающие в себя искусственные нейронные сети различного типа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Тахаутдинов, Ш. Ф.** Обработка практических динамограмм на ПЭВМ / Ш. Ф. Тахаутдинов, Р. Г. Фархуллин, Р. Х. Муслимов. – 1997. – 66 с.
2. **Chen, S.** Orthogonal least squares learning algorithm for radial basis function networks / S. Chen, C. F. N. Covan, P. M. Grant // Neural Networks, IEEE Transactions on. – 1991. – Vol. 2. – №. 2. – С. 302–309.

УДК 62-192
ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ
НАСОСОВ НА ОСНОВЕ ДИНАМОГРАММ

В. В. БУХТОЯРОВ, Э. А. ПЕТРОВСКИЙ, К. В. ГАЛИАХМЕТОВА
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Красноярск, Россия

В настоящее время очевидным становится то, что без повышения эффективности процессов добычи, транспортировки и переработки полезных ископаемых невозможна либо чрезвычайно затруднительна дальнейшая поддержка положительной динамики развития нефтегазовой отрасли. В сложившихся условиях первоочередными становятся проблемы низкой эффективности и бессистемности использования технологических машин и оборудования нефтегазового комплекса. Решение этих проблем предполагает рассмотрение вопросов, связанных с обеспечением надежности технологических машин и оборудования, своевременной диагностикой их состояния и прогнозированием параметров соответствующих технологических процессов. Мировой опыт показывает, что существенного прогресса в обозначенных выше областях можно добиться за счет разработки, внедрения и использования современных интеллектуальных систем управления, диагностики и прогнозирования показателей надежности технологического оборудования.

В работе предлагается использовать подход, основанный на применении искусственных нейронных сетей (ИНС) для анализа диагностической информации, получаемой с оборудования. В качестве источника диагностической информации предлагается использовать данные, получаемые с помощью динамографирования скважин [1].

Динамографирование скважин – это процесс получения зависимости изменения нагрузки в точке подвеса штанг от перемещения этой точки в виде замкнутых кривых, называемых динамограммами.

Динамографирование осуществляется с помощью различных типов динамографов, подразделяющихся по принципу действия преобразующего устройства на гидравлические, механические и электрические. Последние могут быть как ручными, так и автоматическими.

Наиболее часто используемым (по некоторым данным, до 80 % приложений нейронных сетей) видом искусственных нейронных сетей (ИНС) являются нейронные сети с архитектурой многослойный перцептрон. Однако данный тип нейронных сетей не лишен ряда недостатков, в некоторых случаях существенно ограничивающих их эффективность при решении ряда задач. К таким недостаткам часто относят, например, невозможность определения ситуаций при решении задач классификации, когда паттерн, который

УДК 621.914.2:669
СТРУКТУРНО-ФАЗОВОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ БЫСТРОРЕЖУЩИХ
СТАЛЕЙ ТЛЕЮЩИМ РАЗРЯДОМ

А. Э. ЛИПСКИЙ, *В. К. ШЕЛЕГ, В. М. ШЕМЕНКОВ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
*«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Минск, Беларусь

В настоящее время в практике обработки металлов резанием быстрорежущие стали являются основным материалом для изготовления режущего инструмента, несмотря на то, что инструмент из твердого сплава, минералокерамики и сверхтвердых материалов обеспечивает более высокую производительность обработки.

Быстрорежущие стали особенно незаменимы при изготовлении мелкогабаритных и сложнопрофильных режущих инструментов, что обуславливается сочетанием достаточно высоких значений твердости и теплостойкости при высоком пределе прочности и вязкости, в значительной мере превышающих соответствующие значения для твердых сплавов и минералокерамики. Кроме того, быстрорежущие стали обладают достаточно высокой технологичностью, так как хорошо обрабатываются.

В последнее время проблема повышения износостойкости быстрорежущих сталей имеет большое значение, особенно для эффективности металлообработки.

Одним из перспективных способов повышения износостойкости быстрорежущих сталей является модифицирующая обработка тлеющим разрядом. Данное воздействие обеспечивает формирование уникальных структурно-фазовых состояний в приповерхностных слоях, а также широкий масштаб модификации структуры.

В рамках работы исследования проводились на образцах из стали Р6М5, подвергнутых традиционной термической обработке – закалке с температуры 1220 °С, с последующим трехкратным отпуском при 560 °С.

На основании рентгеноструктурного анализа установлено, что обработка быстрорежущей стали тлеющим разрядом не приводит к изменению фазового состава. Однако воздействие разряда приводит к изменению параметров решетки α -Fe и перераспределению по объему легирующих элементов за счет радиационно-ускоренной диффузии. Так же обработка приводит к снижению плотности дислокаций, о чем свидетельствует изменение величины физического уширения дифракционной линии 220 α -Fe.

В совокупности приведенные изменения приводят к повышению износостойкости инструментов из быстрорежущих сталей в 1,5 – 2 раза.

Ф. Г. ЛОВШЕНКО, *Г. Ф. ЛОВШЕНКО, И. А. ЛОЗИКОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

* «БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Минск, Беларусь

Основой выплавляемых электротехнических бронз является медь марки М1 (ГОСТ 859–2001) производства завода «Красный Выборжец» (РФ), стоимость которой достаточно высока и в настоящее время составляет 12–13 \$ за 1 кг. В связи с этим, большой интерес представляет возможность использования отходов производства сплавов данной группы и изделий из них, что позволит снизить себестоимость производства и повысить конкурентоспособность продукции в ценовом плане.

С этой целью был проведен переплав вторичного сырья, образовавшегося при изготовлении образцов хромоциркониевой бронзы (стружка, прибыли, лом образцов и т.п.) и исследован химический состав полученного сплава. Плавка велась под слоем криолита с дополнительной защитой Ag. В конце процесса производилось раскисление бором. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Табл. 1. Химический состав переплава

Исходное сырье	Химический состав, %			
	Cr	Zr	Fe	B
БрХ, БрХЦр	0,32	следы	0,050	следы

Анализ полученных данных показал:

– при переплавке сохраняется до 50 % хрома, цирконий выгорает практически полностью;

– химический состав полученной бронзы близок к нижнему пределу, рекомендованному ГОСТ 18175–78 для хромовых бронз;

– при производстве хромовых и хромоциркониевых бронз с использованием вторичного сырья возможно снижение количества вводимой лигатуры.

Последний вывод полностью подтверждается результатами экспериментальных плавок, в которых масса лигатуры была уменьшена до 50 и 30 % от номинальной.

В табл. 2 представлены данные изучения химического состава и физико-механических свойств полученных бронз.

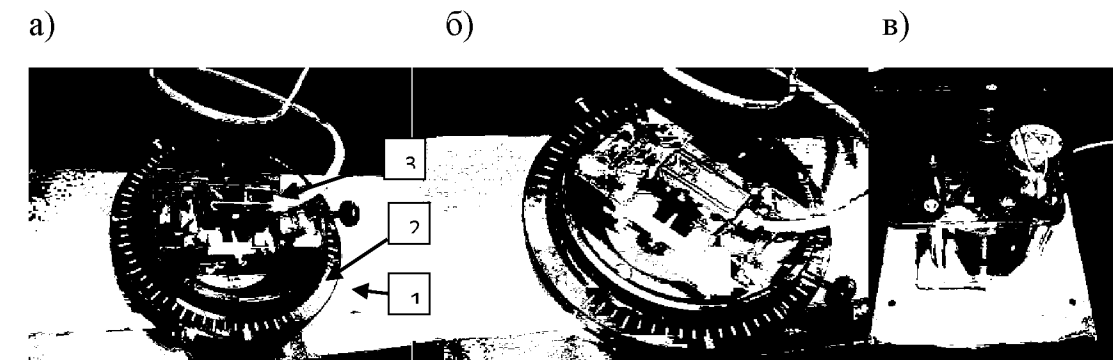


Рис. 1. Устройство с ПБ для исследования и контроля анизотропии свойств ферромагнитных материалов в трансформаторной стали: а – угол между ПБ и направлением прокатки образца $\alpha = 0^\circ$, б - $\alpha = 45^\circ$: 1 – кольцо с лимбом; 2 - вращающаяся платформа; 3 – ПБ; в – устройство с автоматическим вращением ПБ

Для примера на рис. 2 представлены круговые диаграммы МШ, полученные с помощью устройства на двух образцах: образец 1 в виде листа трансформаторного железа размером 500x100x0,35 мм и образец 2 из конструкционной стали размером 135x150x3 мм. В образце 1 трансформаторной стали наблюдается явно выраженная анизотропия (рис. 2, а). Форма и вид круговых диаграмм изменения МШ, в зависимости от угла поворота ПБ вокруг оси для двух точек образца 1, характеризуют степень анизотропии механических свойств, вызванную направлением прокатки по длине листа вдоль оси «0–180°» (рис. 2, а). Для образца 2 (рис. 2, б) вид круговых диаграмм свидетельствует об изотропности и однородности физико-механических свойств поверхности образца (анизотропия отсутствует).

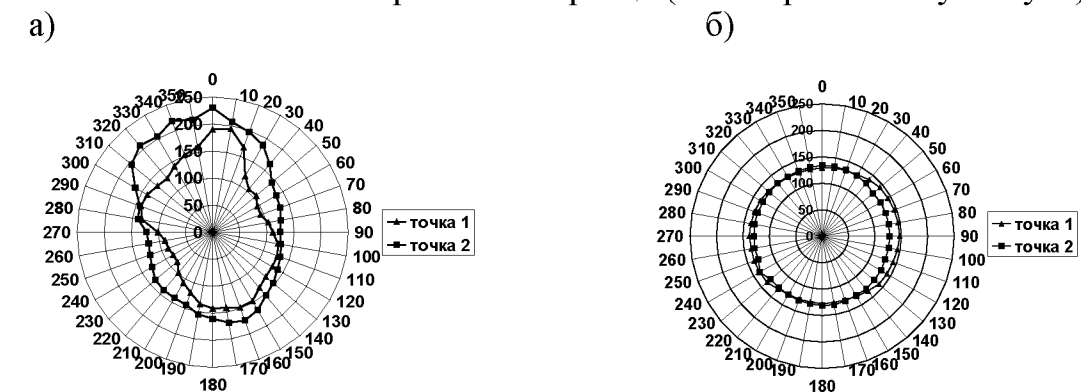


Рис. 2. Круговые диаграммы изменения МШ для двух точек образца: а – трансформаторной стали; б – конструкционной стали

Результаты исследований и контроля анизотропии физико-механических свойств ферромагнитных материалов, полученные с помощью описанных устройств с применением магнитного метода эффекта Баркгаузена, могут быть использованы не только при работе в лабораторных условиях, но и в процессе производства, например, при контроле анизотропии листового проката тонколистовой и рулонной стали, листовой штамповки и др.

E-mail: busko@iaph.bas-net.by

УДК 620.179.14/15/147
 УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ АНИЗОТРОПИИ
 ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
 ФЕРРОМАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В. Н. БУСЬКО

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

Физические и механические свойства ферромагнитных материалов, изделий и конструкций зависят от многих факторов, в т. ч. от анизотропии: кристаллической, магнитной, напряжений, усталостной, коррозионной, зависящей от формы образца, направления, вида и режима обработки и т.д.

Изготовлено простое лабораторное устройство для оценки и контроля анизотропии физико-механических свойств ферромагнитных материалов, предназначенное для исследования листовых материалов плоской формы. Внешний вид устройства представлен на рис. 1, а, б. Устройство устанавливается на плоскую поверхность исследуемого образца или изделия. Для повышения устойчивости и улучшения контакта с поверхностью образца оно имеет три опоры, к каждой из которых прикреплены постоянные магниты для сцепления с образцом. Устройство состоит из неподвижного кольца Ø130 мм в виде кругового лимба с нанесенными на нем угловыми метками (в градусах от 0 до 360° с ценой деления 5°) и установленной внутри лимба, вращающейся практически без зазора относительно кольца, платформы. На легко вращающейся внутри кольца с лимбом платформе жестко закреплен накладной преобразователь Баркгаузена (ПБ), регистрирующий уровень магнитного шума (МШ), взаимосвязанного с изменением физических и механических характеристик материала образца. Для повышения точности измерений МШ плоскость измерительной катушки ПБ расположена нормально относительно поверхности исследуемого образца, а корпус ПБ устанавливается строго вертикально. В результате кругового вращения вручную или автоматически платформы, с установленным на ней ПБ, появляется возможность проводить прецизионные измерения МШ в различных направлениях. За счет практически безлюфтового вращения платформы с установленным на ней ПБ относительно кольца с лимбом и постоянства зазора между ПБ и поверхностью образца, значительно возрастает повторяемость измерений, достоверность результатов и эффективность оценки анизотропии. На рис. 1, в представлена разновидность устройства, отличающаяся наличием микроэлектродвигателя для вращения ПБ и четырех опор. Она предназначена для исследования анизотропии поверхностей изделий малой площади.

Испытания устройства МШ выполнялись с помощью прибора ИМШ при амплитуде тока в ПБ $i = 96$ мА и частоте перемагничивания $f = 128$ Гц.

Табл. 2. Химический состав и физико-механические свойства бронз, полученных из вторичного сырья

Марка сплава; содержание лигатуры, % от номинала	Химический состав, %			σ_B , МПа	НВ, МПа	$\rho \times 10^{-8}$, Ом·м
	Cr	Zr	Fe			
БрХ, 0%	0,29	-	0,042	320	115	2,06
БрХ, 30%	0,53	-	0,048	400	135	2,12
БрХ, 50%	0,68	-	0,050	410	140	2,18

Полученные материалы по химическому составу и физико-механическим свойствам не уступают аналогам, производимым по классической технологии, и полностью соответствуют ГОСТ 18175–78 для хромовых бронз. Исследование структуры показало, что, при легировании механически легированной лигатурой, сплавы приобретают микрокристаллический тип структуры с размером зерен основы 1–2 мкм. Поры и микровключения отсутствуют (рис. 1).

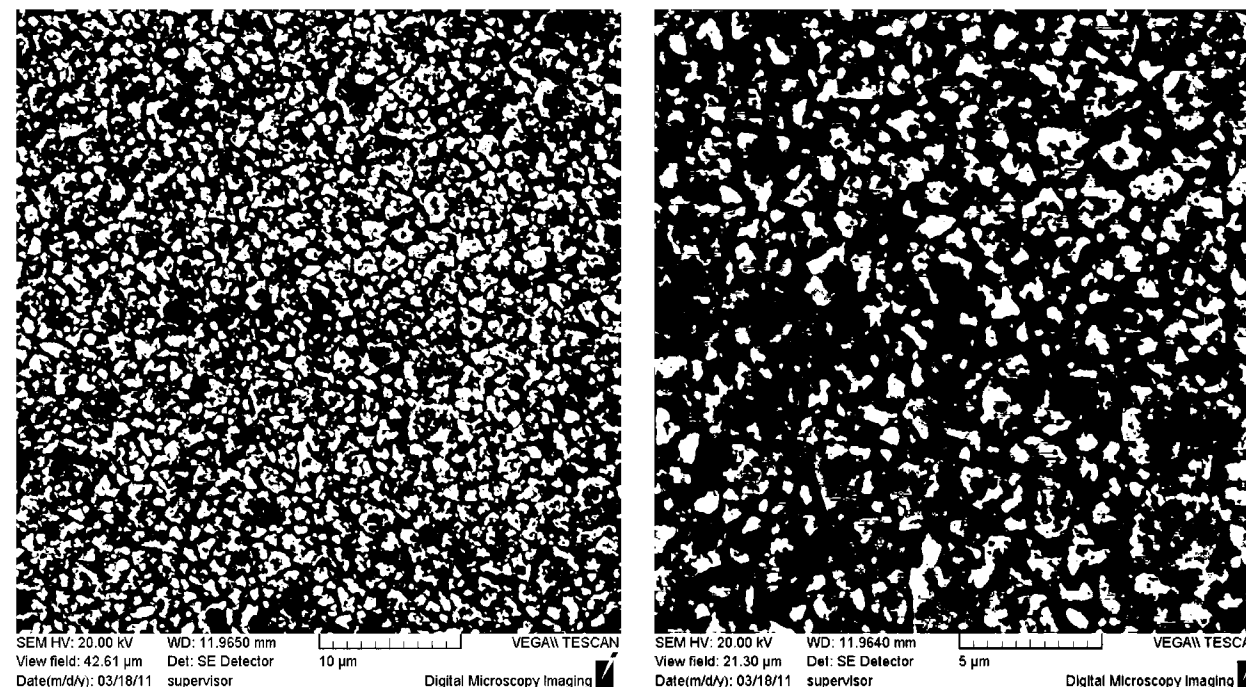


Рис. 1. Литой сплав БрХ (50 % лигатуры)

Это позволяет говорить о перспективности и целесообразности предложенного способа переработки отходов, образующихся в процессе производства электротехнических бронз.

УДК 614.842.47:685.223

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОЖАРНОГО СПАСАТЕЛЬНОГО ПОЯСА
ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

С. Д. МАКАРЕВИЧ, А. Н. ГАЙСЕНOK
Научно-практический центр учреждения
«МОГИЛЕВСКОЕ ОБЛАСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МЧС
Республики Беларусь»
Могилев, Беларусь

В настоящее время перед подразделениями МЧС Республики Беларусь стоят задачи своевременной ликвидации чрезвычайных ситуаций, при этом очень важно использовать современные методы спасения пострадавших и современное оборудование.

Спасательный пояс предназначен для спасения людей во время пожара и самоспасания пожарных, для закрепления при работе на лестницах с помощью присоединенного к поясу карабина, а также для ношения пожарного топора в кобуре.

В Республике Беларусь налажено производство пожарного спасательного пояса типа А на ОАО «Лента». Указанный пояс был разработан научно-практическим центром Могилевского областного управления МЧС по договору НИОКР с ОАО «Лента». Первая партия поясов в количестве 2000 шт. была выпущена во второй половине 2011 года и реализована подразделениям МЧС Республики Беларусь. Эксплуатация разработанного пояса показала его пригодность и отсутствие серьезных нареканий со стороны спасателей. Предъявленные несущественные замечания (увеличение жесткости поясной ленты) были устранены при производстве новых партий. Однако стоимость пояса, ввиду применения в поясной ленте дорогостоящего волокна «Арселон», впоследствии сделало его не конкурентноспособным на рынках России и других стран СНГ. В связи с этим назрела необходимость снижения его стоимости без ухудшения характеристик, предъявляемых как ТНПА, так и спасателями.

Проведение работы по модернизации пожарного спасательного пояса типа А с улучшенными характеристиками и меньшей себестоимостью позволит разработать и освоить выпуск на ОАО «Лента» конкурентно способного изделия.

Для удешевления стоимости пояса в результате проведения ряда испытаний, была разработана новая технология производства поясной ленты из полиамидных нитей, которые значительно дешевле поясной ленты с использованием «Арселона».

Кроме этого, начата разработка пожарного спасательного пояса типа Б, который в настоящее время не производится на территории Республики Беларусь.

УДК 620.179.13.05

КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТЕРМОГРАММ
ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ С ПОВЕРХНОСТНЫМИ ДЕФЕКТАМИ

В. И. БОРИСОВ, И. С. МЕЛЬНИКОВА
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Проведенные исследования асфальтобетонных образцов с различными дефектами и исследования на дороге с помощью тепловизора длинноволнового спектра EasIRTM-4 показали, что с высоким контрастом выявляются поверхностные повреждения в виде трещин с раскрытием от 0,7 мм. Для обработки полученных при съемке поверхности дорожных покрытий термограмм авторами разработано программное обеспечение.

Компьютерная программа создана на языке программирования Visual FoxPro 9.0 и предназначена для обработки термограмм, представленных в форме фото- и видеок кадров, полученных тепловизионной камерой. Программа выполняет следующие функции: «Преобразование фото в таблицу Excel», «Преобразование видео в таблицу Excel», «Обработка фото», «Обработка видео».

Функции «Преобразование фото в таблицу Excel» и «Преобразование видео в таблицу Excel» предназначены для получения трехмерного изображения распределения температур на поверхности асфальтобетонного покрытия с целью визуального анализа полученных термограмм. Для выполнения функции стандартным приложением при работе с тепловизионной камерой необходимо передать на компьютер фото-кадры, снятые тепловизором. Информация в исходном файле формата .jpg преобразуется в двумерный массив значений измеренных температур в относительных единицах, размером 120 на 160 элементов. Визуализация массивов данных осуществляется в электронных таблицах Microsoft Excel с помощью функции «Мастер диаграмм».

Функция «Обработка фото» предназначена для автоматического анализа фото-кадра с целью определения площади дефектов на поверхности асфальтобетонного покрытия и визуального их представления. После выявления средней температуры поверхности и сравнения всех значений с этой температурой, элементы двумерного массива значений преобразуются в нули и единицы (ноль – для бездефектной области, единица – для области дефектов). Затем подсчитывается количество элементов в дефектной области и умножением на экспериментально измеренную площадь одного пикселя определяется площадь дефекта.

Функция «Обработка видео» предназначена для анализа видео-кадров термограмм поверхности асфальтобетонного покрытия в реальном времени.

УДК 620.179.13.05

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ НА ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ
ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ ТЕРМОГРАФИИ

В. И. БОРИСОВ, И. С. МЕЛЬНИКОВА

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

Лабораторные исследования асфальтобетонных образцов с различными дефектами, проведенные авторами с применением тепловизора длинноволнового спектра, позволили обозначить некоторые закономерности влияния внешних факторов на выявление поверхностных дефектов дорожных покрытий.

Трещины в рассматриваемых цилиндрических образцах моделировались в виде пропилов шириной 4–5 мм и глубиной 10–20 мм. Моделирование, возникающего в теплое летнее время года температурного градиента было реализовано с помощью разработанной и изготовленной экспериментальной установки с нагревательным элементом (предполагалось, что обеспечить наиболее благоприятные условия для выявления поверхностных дефектов образцов можно при их нагреве снизу).

Исследовалось влияние на выявление дефектов в виде трещин различной глубины и ширины раскрытия следующих факторов:

- наличие сухого песка, воды или моторного масла в области дефекта;
- обдув холодным, теплым и горячим воздухом поверхности образца.

Наличие сухого песка в области трещин осложняло их выявление. Улучшение контраста наблюдалось при обдуве области трещины холодным воздухом или при нагреве исследуемой поверхности образца.

Трещины, заполненные водой, температура которой на 0,3–0,5 °С ниже комнатной температуры (температуры образца), выявлялись со значительно более высоким контрастом, чем аналогичные трещины в исследуемом образце, не заполненные водой.

Моторное масло в области дефектов и на поверхности покрытия не выявлялось на полученных термограммах.

Воздействие потока воздуха моделировалось с помощью вентиляторов. Обдув производился на расстоянии 25 см от поверхности образцов, термограммы снимались через каждые 5, 30, 60 и 120 секунд. Исследования с обдувом образцов с дефектами холодным (15 °С), теплым (34 °С) и горячим (47 °С) воздухом показали следующие результаты: обдув холодным воздухом не показал значительных изменений на термограммах, наилучший контраст был выявлен при обдуве горячим воздухом в течение 30–40 с.

УДК 621.793

ЦЕНТРОБЕЖНОЕ ИНДУКЦИОННОЕ НАНЕСЕНИЕ
КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ
С ТУГОПЛАВКИМИ КОМПОНЕНТАМИ

И. А. СОСНОВСКИЙ, *К. Е. БЕЛЯВИН, М. А. БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ,
А. А. КУРИЛЕНКО

Государственное научное учреждение
«ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ НАН Беларуси»
*«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Использование тугоплавких соединений (например, карбидов, оксидов или боридов различных металлов) в практике нанесения износостойких покрытий на рабочие поверхности деталей узлов трения является эффективным методом повышения их долговечности и работоспособности. Для упрочнения и восстановления внутренних поверхностей цилиндрических деталей, особенно небольшого внутреннего диаметра, наиболее целесообразно использовать методы центробежного индукционного припекания или наплавки порошковых материалов [1]. В случае получения покрытий, содержащих тугоплавкие соединения, реализация этих методов осложняется тем, что, как правило, требуется нанести покрытие на деталь или заготовку из материала с более низкой температурой плавления. В данном случае, упрочняющие тугоплавкие компоненты используют в качестве наполнителя в матрице из более легкоплавкого матричного материала, в частности, например, из саморасплавляющихся сплавов на основе никеля и железа [2].

В результате анализа литературных данных и исследований авторов установлено, что, в большинстве случаев на качество, физико-механические и эксплуатационные свойства получаемых композиций оказывают существенное влияние температура и время термического воздействия в процессе нанесения покрытия. В частности, при перегреве исходных присадочных материалов может происходить растворение зерен карбида в матричном сплаве, а это, естественно, снижает эффективность упрочнения тугоплавкими компонентами.

В связи с вышесказанным, важной технической задачей, при реализации технологии получения порошковых покрытий с тугоплавкими компонентами, является минимизация негативного влияния термических воздействий на присадочный материал в ходе технологического процесса.

Традиционная технология центробежного индукционного припекания и наплавки порошковых покрытий основана на применении нагрева заготовки наружным индуктором токов высокой частоты [3]. Однако, при этом, в результате того, что нагрев порошкового слоя осуществляется косвенным образом, достаточно велико время термического воздействия на него. Более рациональным является использование, разработанных в ОИМ НАН Беларуси, технологий и оборудования для получения покрытий на внутренних по-

верхностях цилиндрических деталей с использованием внутреннего индукционного нагрева. Подробное описание конструкции установки с нагревом внутренним индуктором ТВЧ (см. рис. 1) и технологии формования композиционных порошковых покрытий дано в работе [4].

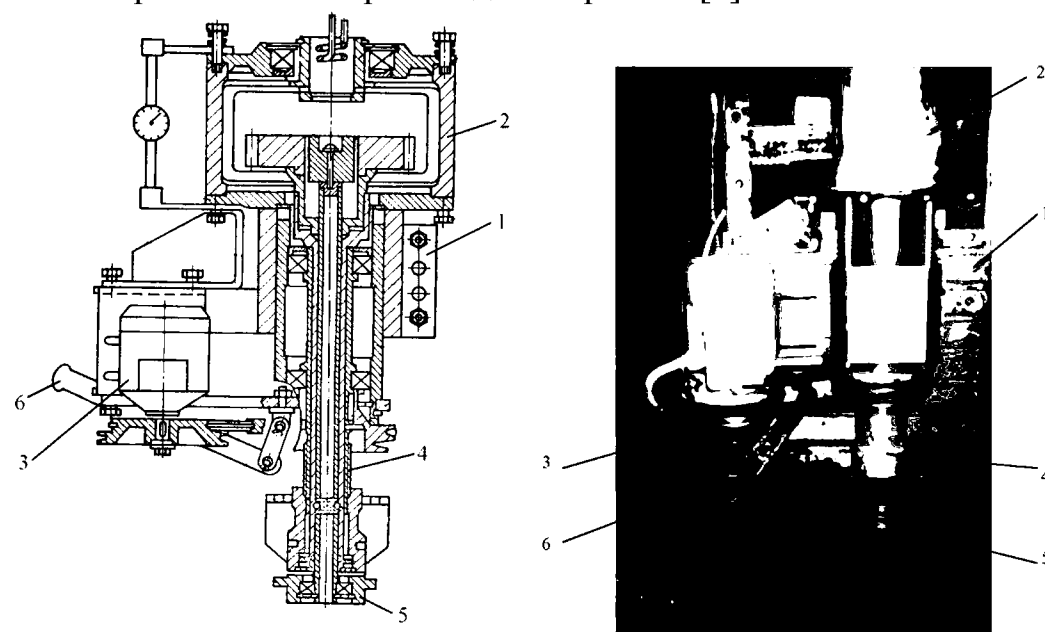


Рис. 1. Конструктивная схема и общий вид установки для внутреннего нагрева

Проведенные исследования легли в основу разработки технологического процесса восстановления и упрочнения шестерен второй передачи вторичного вала коробки передач ЯМЗ № 236–1701127 автомобиля МАЗ с нанесением порошковых шихт, содержащих в своем составе карбид вольфрама. В результате нанесения покрытий твердость внутренних поверхностей ступиц колес повысилась с 32–45 до 62–67 HRC.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Центробежное припекание порошковых покрытий при переменных силовых воздействиях / Н. Н. Дорожкин [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1993. – 160 с.
2. Электротермическая технология нанесения защитных покрытий / В. С. Ивашко [и др.]. – Минск: Нав. і тэхн., 1996. – 375 с.
3. Gafo, Y. N. Centrifugal Induction Sintering of Metallic Powders Coatings / Y. N. Gafo, I. A. Sosnovskij, L. P. Kashitsyn // PM 2004 Powder Metallurgy World Congress and Exhibition 17-21 October 2004. – Vienna. – Austria. – Proceeding. – Vol. 2. – P. 113–119.
4. Кашицин, Л. П. Схемы формующих наладок для реализации центробежно-индукционной технологии припекания покрытий в процессах восстановления и изготовления биметаллических втулок / Л. П. Кашицин, И. А. Сосновский, А. Л. Худoley // Центробежная техника – высокие технологии: материалы междунар. науч. конф., Минск, 12–14 ноября 2003 г. – Минск: НПРУП «НПО «Центр», 2003. – С. 95 – 96.

УДК 620.179 О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАТЧИКОВ ВЛАЖНОСТИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

С. В. БОЛОТОВ, Н. В. ГЕРАСИМЕНКО, М. АКПАНУРОМ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В настоящее время широкое распространение при прокладке новых тепловых сетей и замене существующих получили трубы с пенополиуретановой (ППУ) теплоизоляцией. В условиях увеличения сроков эксплуатации трубопроводов, роста числа аварийных ситуаций особую актуальность приобретает разработка и освоение современных методов контроля и диагностики состояния таких объектов.

Традиционно в трубопроводах с ППУ изоляцией применяется система оперативного дистанционного контроля (СОДК), позволяющая осуществлять определение факта увлажнения изоляции и обнаруживать место повреждения. Недостатком такой системы контроля является низкая точность локализации места намокания вследствие: неточности расположения проводников СОДК в теплоизоляции, нарушений технологии производства и монтажа трубопроводов, погрешности прибора, недостаточной квалификации персонала.

В качестве альтернативы проводникам СОДК предлагается применение цифровых датчиков влажности (ЦДВ), имеющих следующие преимущества:

- регистрация факта и степени увлажнения слоя ППУ изоляции, при этом исключаются ложные срабатывания, которые могут быть зафиксированы при использовании приборов, измеряющих сопротивление слоя теплоизоляции;
- цифровой код каждого элемента в системе с ЦДВ с привязкой к трассе позволяет включать датчики последовательно и повышает точность обнаружения мест повреждения без применения дополнительного поискового оборудования;
- датчик температуры, присутствующий в составе ЦДВ позволяет определять характер повреждения (стальная труба либо оболочка).

Авторами проведены исследования характера изменения влажности ППУ изоляции при ее намокании датчиками SHT21 (Швейцария), HTU21 (Франция), AM2321 (Китай). Определены скорости распространения влаги и диапазоны влажности для ППУ различной плотности. Полученные результаты указывают на целесообразность использования указанных цифровых датчиков влажности для контроля состояния ППУ изоляции.

В настоящее время на рынке искусственных покрытий предлагаются различные варианты искусственных полимерных материалов, которые могут быть использованы для «зимней» спортивной деятельности, в летние месяцы и период межсезонья. Крупнейшие производители покрытий находятся в Италии [2], а теперь и в России, используя для своих изделий собственные разработки и ноу-хау.

Основой рассматриваемых искусственных покрытий отечественного производства является природосовместимый цельнолитой полимерный модуль, который производится из гранул савилена и этилена с добавками. Внешние габариты стандартного модуля Snowplast 365–16,5 см x 33 см, высота щетины – 4 см, оптимальный размер отверстия 8 см. Он определен требованиями безопасной эксплуатации, расчетными параметрами (коэффициентом трения) и соображениями экономии высококачественного материала. Щетина эластичных «волосков», имеющих толщину 1,8 мм, образует симметричную пару ступенчато-понижающихся тройных рядов. Такое оригинальное инженерное решение обеспечивает покрытие, наилучшее зацепление лыж и сноубордов, приближаясь к параметрам скольжения на естественном снежном покрове. В каждой из шести усеченных вершин квадратов внешнего абриса модуля расположен цельнопрессованный элемент монтажной защёлки: три прямых и три ответных элемента, что позволяет нажатием на совмещаемые соответственные парные элементы модулей осуществлять монтаж. В результате появляется возможность моделировать площадки любой конфигурации, одновременно или в несколько этапов, заменить пришедшие в негодность отдельные элементы, не разрушая весь диск покрытия.

В настоящее время, с использованием данной технологии было создано большое количество проектов в различных географических и климатических зонах. Применение модульных конструкций искусственного покрытия для трасс позволяет увеличить эффективность работы ГЛК в бесснежный период; продлить продолжительность тренировочного сезона; создать устойчивую природно-техническую систему, защищая склоны от опасных геологических процессов; понизить травмоопасность на склонах; создавать мобильные, легко трансформируемые и ремонтнопригодные покрытия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://www.skinet.com/>
2. <http://aae.kz/index.php/ru/38-stroitelstvo/infrastruktura/47-pokrytie>

УДК 669.715

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАГОТОВОК ИЗ АНТИФРИКЦИОННОГО СИЛУМИНА ДЛЯ ВКЛАДЫШЕЙ ЛЮНЕТА ТОКАРНЫХ СТАНКОВ

В. Ю. СТЕЦЕНКО, К. Н. БАРАНОВ

Государственное научное учреждение

«ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН Беларуси»

Могилев, Беларусь

В машиностроении для предотвращения вибрации заготовок, при их обработке на токарных станках, обычно применяют различные подводимые опоры (люнеты). В настоящее время в качестве материала для изготовления вкладышей люнета используется дорогостоящая антифрикционная бронза. Поэтому разработка более дешевого заменителя этого материала является актуальной задачей.

В ГНУ «Институт технологии металлов НАН Беларуси» разработана технология литья сплошных и полых заготовок из антифрикционных силуминов, которые по механическим и триботехническим свойствам не уступают бронзам. Были получены заготовки из антифрикционного сплава АК15МЗ диаметром 72 мм, микроструктура которых была представлена глобулярным эвтектическим кремнием размером 3–4 мкм. Твердость заготовок составляла 125 НВ. Они проходили испытания в условиях действующего производства на ОАО «Гомельский завод станочных узлов».

Испытания проводились на токарном станке модели 1622 на деталях «Винт ходовой» с использованием 5 %-го раствора смазочно-охлаждающей жидкости «Виттол 100». Посадка обрабатываемой поверхности детали «Винт ходовой» во вкладыше люнета $\varnothing 44 \text{ h}6(-0,016)/\text{H}6(+0,016)$. Режимы резания: глубина $t = 0,1$ мм, обороты $n = 40$ об/мин.

При текущем ремонте данного станка была проведена проверка технического состояния вкладышей люнета, при этом установлено, что общее количество деталей, обработанных при использовании вкладышей из антифрикционного силумина, составило 162 деталей (вкладыши пригодны для дальнейшего использования), в то время как стойкость вкладышей из бронзы БрОЦС 5-5-5 ГОСТ 613–79 в среднем составляет 27 деталей.

Установлено, что стойкость вкладышей из антифрикционного силумина в 6 раз превышает стойкость вкладышей, изготовленных из бронзы БрО5Ц5С5. Экономический эффект от замены одного комплекта бронзовых вкладышей люнета на аналогичные из антифрикционного силумина ориентировочно составляет 10 237 400 белорусских рублей. Вкладыши из антифрикционного силумина, полученные по технологии ГНУ «ИТМ НАН Беларуси», рекомендованы в качестве заменителя аналогичных из бронзы БрОЦС 5-5-5 ГОСТ 613–79.

УДК 621.74.047

ПРОИЗВОДСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ ЗАГОТОВОК
ИЗ АНТИФРИКЦИОННОГО СИЛУМИНА

В. Ю. СТЕЦЕНКО, А. П. ГУТЕВ

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

В ГНУ «Институт технологии металлов НАН Беларуси» разработан антифрикционный силумин (АС) – это инновационный перспективный материал, работающий в узлах трения различных машин и механизмов, вместо антифрикционных бронз, латуней и баббитов [1]. Для получения сплошных и полых заготовок деталей машиностроения из АС разработаны уникальные технологии непрерывного горизонтального и циклического литья в струйные кристаллизаторы, центробежного литья в водоохлаждаемые формы. Высокие эксплуатационные свойства заготовок из АС достигаются за счет их инвертированной и высокодисперсной микроструктуры. Для повышения механических и триботехнических свойств литых заготовок из АС применяется специальная ускоренная термическая обработка (табл. 1).

Табл. 1. Механические свойства антифрикционного силумина

Наименование характеристики	Значение
Твердость НВ	100-150
Временное сопротивление разрыву, МПа	300÷450
Относительное удлинение, %	1÷5
Коэффициент трения скольжения со смазкой	0,17-0,21
Коэффициент трения скольжения при сухом трении	0,26-0,30
Интенсивность изнашивания со смазкой, кг/м ³	$(1,5-3,0) \cdot 10^{-7}$
Интенсивность изнашивания без смазки, кг/м ³	$(2,5-5,0) \cdot 10^{-7}$

Детали из АС успешно прошли испытания в условиях действующих производств на предприятиях Республики Беларусь в качестве: втулок и подшипников скольжения в парах скольжения сборочных станков на ОАО «Белшина» (г. Бобруйск), шестерен червячных колес редукторов и станков на ОАО «Завод «Оптик» (г. Лида) и ОАО «Станкозавод «Красный Борец» (г. Орша), втулок балансиров ходовых систем большегрузных машин и прицепов на Заводе «Могилевтрансмаш» ОАО «МАЗ» и ОАО «Бобруйскагромаш», втулок шарнирных соединений навесного оборудования экскаваторов и погрузчиков на ЧУП «ВС-Техника» (г. Полоцк), вкладышей люнета токарного станка на ОАО «Гомельский завод станочных узлов», втулок узлов трения уборочной сельскохозяйственной техники на ОАО «Гомсельмаш» и др. По результатам промышленных испытаний детали из АС по механическим свойствам и износостойкости превосходят в 2–6 раз

УДК 725.8+504.03

СОВРЕМЕННЫЕ ПРИРОДОСОВМЕСТИМЫЕ ПОКРЫТИЯ
ДЛЯ ЗИМНИХ ВИДОВ СПОРТА

М. И. АФОНИНА, С. В. ИВАНОВ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
ООО «24 Спорт»
Москва, Россия

В настоящее время в России стоит задача обеспечения россиян доступными объектами спорта и рекреации. Во всех регионах создается большое количество специализированных, многофункциональных, всесезонных объектов, реконструируются и перепрофилируются старые комплексы. Инвестирование в развитие инновационных технологий и материалов, которые позволяют рационально использовать природные и рекреационные ресурсы, является инвестиционно привлекательными.

Несмотря на северное расположение страны и длинный холодный период, для обеспечения высоких результатов спортсменов и любителей, необходимо создание специальных тренировочных комплексов с искусственной средой обитания горно-лыжный комплекс (ГЛК), история создания, которых уходит в Великобританию конца 50-х гг. [1]. Современные технические достижения позволяют создавать новые трассы для спорта и отдыха, используя трансформированные территории имеющихся плоскостных сооружений, в качестве всесезонных объектов использования.

Первый аналог искусственного снега появился в Европе в 80-х гг., когда в качестве скользящей поверхности использовали металлические сеточные каркасы, покрытые специальным волокном, укладывавшиеся на исключительно ровные поверхности. При катании на первых искусственных склонах, из-за высокого травматизма, спортсмену необходимо было иметь специальную одежду. Шли годы, на смену металлическим каркасам пришли рулонные геосинтетические материалы, которые впоследствии вытеснила новая технология щеточного плавикового покрытия [2], утвержденная FIS для лыжных гонок в бесснежное время.

Для определения необходимых параметров новых искусственных систем, необходимо было базироваться на знаниях сложной пространственной структуры – снега, так как снежный покров представляет совокупность фаз вещества одной природы, но разных агрегатных состояний, которая в топологическом плане определяется как полирельефная полизональная полидисперсная среда.

– именно в деревянной архитектуре русские и китайские зодчие вырабатывали то разумное сочетание красоты и пользы, которое в последствии перешло в сооружения из камня и кирпича;

– камень и кирпич применялся лишь для частей здания подверженных воздействию сырости, большей частью для частей фундаментов. В Китае устои и базы под колонны были каменные. В России, иногда, под углы здания закладывали валуны;

– в обеих странах большое внимание уделялось декорированию, различным техникам резьбы.

Отличительные черты:

– дома китайцев относятся к стоечно-консольной конструкции, у русских это стоечно-балочные конструкции;

– в отличие от русского деревянного зодчества, китайские здания имеют в качестве опорных не стеновые конструкции, а конструкции сопряженные из колонн и балок;

– на юге Китая стены представляют собой конструкцию из тонких деревянных досок или бамбука, порой их вообще не было. На севере они были более прочными. В России же, в качестве стен почти всегда выступала конструкция из цельного бруса;

– потолков в древнекитайских сооружениях не было. На Руси же, в зданиях часто было чердачное перекрытие, представляющее собой потолок;

– в Китае окна, большей частью, закрывались или ажурными решетками, или пергаментом. На Руси в роли этого, чаще всего, выступал бычий пузырь;

– китайская традиция опирается в распределении нагрузок кровли на прямоугольную форму, тогда как у русских – стропильная ферма имеет вид треугольника;

– кровля в Китае часто покрывалась черепицей. В России же, для этого, большей частью, использовали дерево (гонт);

– часто здания в Китае покрывали цветными лаками, которые защищали дерево от гниения и, в тоже время, украшали здание.

Авторы считают, что основные города, в которых можно увидеть слияние двух архитектурных направлений – это города, расположенные на границе двух государств (например, Харбин), расположенные в зоне бурной деятельности одного народа, на территории другого (например, зона Китайско-Восточной железной дороги) или культурные столицы государств (например, Санкт-Петербург). Именно этим городам, в силу своего расположения или светской жизни, посчастливилось стать окном в чужеземное государство.

аналогичные из бронз (БРАЖ9-4, БрОЦС5-5-5, БрАЖМц10-3-1,5 и др.) и рекомендованы для их замены в узлах трения механизмов и машин. Масса и стоимость заготовок из АС в 2–3 раза меньше, чем аналогичных из бронз, латуней или баббитов.

В настоящее время на опытно-промышленном участке института налажено производство заготовок из АС в соответствии с ТУ ВУ 700002421.003-2011: сплошных мерных цилиндрических заготовок диаметром до 270 мм и высотой до 150 мм; полых заготовок наружным диаметром от 90 до 270 мм и высотой до 150 мм и непрерывнолитых прутков диаметром от 38 до 82 мм.

Основными потребителями заготовок из АС являются станкостроительные и машиностроительные предприятия, использующие их в сборочно-производственном процессе и для ремонта собственного оборудования, а также предприятия по ремонту и техническому обслуживанию автомобильной, тракторной, строительной и сельскохозяйственной техники. Заготовки из АС применяются для замены бронз, латуней и баббитов при изготовлении направляющих втулок, подшипников скольжения, вкладышей, шестерен червячных колес, поршней гидроцилиндров и других деталей (рис. 1).

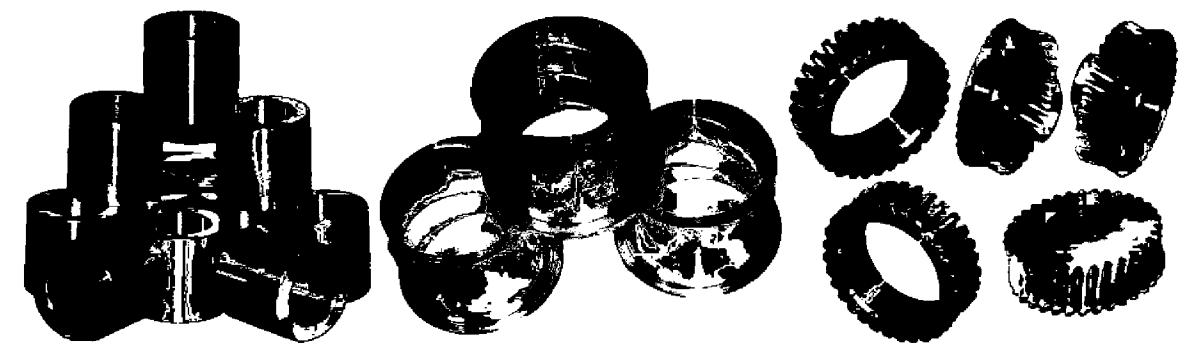


Рис. 1. Детали машиностроения из антифрикционного силумина

В 2014 г. экономическую и практическую выгоду от замены дорогого и тяжелого бронзового проката на более легкий и дешевый антифрикционный силумин получили более 20 предприятий Республики Беларусь и России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2504595 С1 RU, МПК⁶ С 22 С 21/04, С 22 С 21/12. Антифрикционный сплав на основе алюминия / Е. И. Марукович, В. Ю. Стеценко; заявитель и патентообладатель ГНУ «Институт технологии металлов НАН Беларуси». – № 2012119330/02, заявл. 11.05.2012; опубл. 20.01.2014, Бюл. № 2.

В. Ю. СТЕЦЕНКО, В. В. НОВИКОВ

Государственное научное учреждение

«ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН БЕЛАРУСИ»

Могилев, Беларусь

В ГНУ «Институт технологии металлов НАН Беларуси» разработана технология получения биметаллических заготовок «сталь – антифрикционный силумин» для червячных колес редукторов, взамен аналогичных из дорогостоящей бронзы. Надежность и долговечность биметаллических деталей во многом определяются прочностными свойствами переходного диффузионного слоя. На его толщину и механические свойства оказывают существенное влияние различные вещества, добавляемые в расплав для алитирования стального стержня. Целью настоящей работы являлось исследование влияния различных сплавов алитирования на прочность соединения слоев биметаллических заготовок «Ст45Л-АК15М3» при литье в струйный кристаллизатор.

Изучали влияние добавок кремния, меди и цинка в расплаве чистого алюминия на толщину и прочность диффузионного слоя. Механически обработанные стальные стержни нагревали до температуры 150 °С, после чего погружали в расплавы и выдерживали в течение 5 мин при температуре 850 °С. Далее перемещали в рабочую область струйного кристаллизатора и заливали расплавом АК15М3. Температура заливки составляла 850 °С. Микроструктуру полученных образцов, после их шлифовки, полировки и химического травления раствором азотной кислоты, анализировали с помощью аппаратно-программного комплекса на базе микроскопа «Carl Zeiss Axiotech 100 vario».

Установлено, что прочность соединения слоев биметаллических заготовок «Ст45Л-АК15М3» при алитировании в расплаве АК8 увеличилась до 13,1 кг/мм², в расплаве AlZn10 – до 13,5 кг/мм², в расплаве AlCu18 – до 14,1 кг/мм². Размер кристаллов эвтектического кремния составлял 1,5...4 мкм, первичного кремния – 15...40 мкм, при средней твердости 135 НВ.

Таким образом, наиболее предпочтительным сплавом алитирования для литья в струйный кристаллизатор биметаллических заготовок «сталь – антифрикционный силумин» является AlCu18.

В. И. ШНЕЙДЕРОВА, А. Б. МОЙСЕЕНКО, Н. В. ЛОБИКОВА

Государственное учреждение высшего профессионально образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Всемирная глобализация почти лишила крупные города их исторического и культурного облика. В связи с неумолимо движущимся прогрессом, на место сооружений, несущих культурные черты, присущие определенной культуре, приходят универсальные здания в современных стилях. Но в последнее время архитекторы все больше стали оглядываться назад и брать за основу культурно-этнические стили, стало модным сочетать современные и старинные элементы в проектах, смешивать стили разных культур. Уникальная картина архитектурных взаимоотношений России и Китая аналогов не имеет не только в странах Северо-Восточной Азии, но и во всем мире. Деревянное зодчество неотделимо от истории архитектуры, как последнее неотделимо от китайской и русской культуры. Оно в своем развитии прошло огромный путь – от несложного жилого помещения, до культовых грандиозных построек. Из-за малости памятников деревянного зодчества и недостаточной их изученности невозможно пока представить полной картины его развития и выявления особенностей.

В данной работе выявлены основные конструктивные и декоративные отличия деревянного зодчества Китая и России, сделан обзор проявления элементов китайской архитектуры в русских постройках и наоборот. Были сделаны следующие выводы:

Общие моменты:

– особенностью рассматриваемых стран было обилие леса. В обеих странах дерево использовалось как основной естественный строительный материал;

– устанавливались правила, по которым во всех категориях строительных работ должны были учитываться символические связи местоположения и планировки построек с теми или иными космическими реалиями;

– стандартизация конструкций: в обеих странах применялись выработанные временем целесообразные размеры и пропорции здания. Благодаря чему появился поточный метод в архитектуре. Стандартная конструкция сооружений позволяла точно знать размеры деталей из которых они возводились. Поэтому строители могли изготавливать их по отдельности, а затем собирать непосредственно на месте строительства;

Табл. 1. Относительная прочность (%) образцов цементного камня

№ состава	Расходы, г (% от МЦ)				K _{нг}	ΔВ, г	Условия твердения		Прочность в % от R ^н ₂₈ в возрасте, сут:			
	В	Ц	СН	СП			НВУ	в воде	1	3	7	28
1	102	400	-	-	0,255	-	+	-	50	81	92	100
2	102	400	1,0%	-	0,255	-	+	-	67	92	102	110
3	102	400	0,5%	-	0,255	-	+	-	66	90	97	107
4	80	400	-	0,5%	0,2	22	+	-	30	73	94	102
5	90	400	0,5%	0,5%	0,225	12	+	-	58	86	101	105
6	90	400	1%УКД-1		0,225	12	-	+	14	89	113	120
7	90	400	1%УКД-1		0,225	12	-	+	27	108	127	145

Примечания: № 6 – после хранения «УКД-1» в течение года в помещении, № 7 – 45...60 сут. после изготовления

Обладая значительным потенциалом поверхности частицы УНМ служат своеобразной «подложкой» (центрами кристаллизации) для ускоренного формирования кристаллогидратных новообразований в твердеющем цементном камне. А трубчатые УНМ, характеризующиеся размерами поперечных сечений меньше размеров пор новообразований (пор геля) и длиной, превышающей размеры образующихся гидрокристаллов, обеспечивают специфическое «нано-армирование» формирующейся из них структуры цементного камня. Сочетание этих эффектов способствует повышению темпа роста и уровня прочности цементного камня и цементного бетона [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Zhdanok, S. A.** Nanotechnologies in the area of physics, chemistry and biotechnology / S. A. Zhdanok [et. al]. – Fifth ISTC Scientific Advisory Committee Seminar. – St-Petersburg: Russia, 27 – 29 May, 2002.

2. **Пат. 2839 РБ, МПК⁷ В82 В 3/00.** Установка для получения углеродных наноматериалов / С. А. Жданок, А. В. Крауклис, П. П. Самцов, Волжанкин В.М.; заявитель и патентообладатель ГНУ «Институт тепло-и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси». – № u20051025; заявл. 25.10.05; опубл. 30.06.06.

3. **Пат. 3125 РБ, МПК⁷ В01 J 19/00.** Плазмохимический реактор конверсии углеводородов в электрическом разряде / С. А. Жданок, А. В. Крауклис, А. В. Суворов, П. П. Самцов, К. О. Борисевич.; заявитель и патентообладатель ГНУ «Институт тепло-и массообмена НАН Беларуси». – u20060206; заявл. 04.06. 06; опубл. 30. 10. 2006.

4. **Батяновский, Э. И.** Влияние углеродных наноматериалов на свойства цемента / Э. И. Батяновский, П. В. Рябчиков, В. Д. Якимович // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь: материалы ХУ1 Междунар. науч.-мет. семинара / Под общ. ред. П. С. Пойты, В. В. Тура. – Брест : БрГТУ, 2009 – Ч. 2. – С. 136.

5. Влияние углеродных наноматериалов на свойства цемента и цементного камня / Э. И. Батяновский [и др.] // Строительная наука и техника. – 2010. – № 1–2 (28-29). – С. 3–10.

6. **Батяновский, Э. И.** Особенности технологии высокопрочного бетона на отечественных материалах, включая нанокремнекислотные добавки / Э. И. Батяновский, В. Д. Якимович, П. В. Рябчиков // Проблемы современного бетона и железобетона: Сб. материалов III Междунар. симпозиума. – Минск : РУП «БелНИИС», 2011. – Т. 2. – С. 53–68.

УДК 621.762

ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПОРОШКА НА СВОЙСТВА ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ

Г. П. ТАРИКОВ, *А. Т. БЕЛЬСКИЙ, *В. В. КОМРАКОВ

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Учреждение образования

*«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ им. П. О. Сухого»

Гомель, Беларусь

Нанесение покрытий методами обработки металлов давлением представляет собой до настоящего времени определенный интерес. Учитывая, что волочение является высокопроизводительным процессом, была разработана технология нанесения защитных покрытий на длинномерное изделие в процессе волочения.

Формирование порошкового покрытия осуществлялось при протягивании длинномерного изделия через волочильный инструмент, в рабочий конус которого подавался порошковый материал.

В данной работе исследовалось влияние дисперсности металлического порошка на свойства формируемого покрытия.

Изготовление порошков различной дисперсности осуществляли путем распыления в ультразвуковом поле, которое создавалось с помощью концентраторов. При этом частота, длина волны и амплитуда смещения ультразвуковых колебаний концентраторов, установленных соосно, были равными. При данном способе получения металлического порошка форма его частиц близка к сферической поверхности. Дисперсность порошка регулировалась изменением зазора между ультразвуковыми концентраторами в вертикальном направлении. Для разделения порошка на фракции использовали сита с номерами 063, 0315, 02, 016, 01 и 0,056. Просеивание производили с помощью механического вибратора в течение 30 мин.

При исследовании влияния дисперсности порошка на толщину металлического покрытия его формирование осуществляли на медную проволоку с исходным диаметром 4,1 мм при скорости волочения $V = 0,106$ м/с через волочильный инструмент с диаметром калибрующей части 3,75 мм.

Измерение толщины покрытия выполняли на металлографическом микроскопе. Результаты исследования влияния дисперсности порошка на толщину покрытия приведены в табл. 1. Из приведенных данных следует, что с увеличением дисперсности порошка толщина покрытия увеличивается.

Измерение толщины покрытия выполняли на металлографическом микроскопе. Результаты исследований влияния дисперсности порошка на толщину покрытия приведены в табл. 1. Из приведенных данных следует, что с увеличением дисперсности порошка толщина покрытия увеличивается.

Табл. 1. Толщина покрытия нанесенного покрытия на проволоке, мкм

Материал проволоки	Материал покрытия	Дисперсность порошка, мкм				
		-630 +315	-200 +160	-160 +100	-100 +56	-56
Медь	Олово	66	-	60	-	52
	Свинец	-	76	64	52	44

При испытании защитных покрытий на коррозионную стойкость было установлено, что скорость проникновения коррозии увеличивается с изменением размеров частиц металлического порошка.

Изменение скорости проникновения коррозии в зависимости от дисперсности приведено в табл. 2. Ее значение определяли по зависимости:

$$\Pi = \frac{\Delta G \cdot 10^3}{S \cdot t \cdot \rho},$$

где ΔG – потери веса испытуемого образца, г; S – поверхность испытуемого образца, м²; t – время испытания, год; ρ – плотность металла испытуемого образца, г/см³.

Табл. 2. Скорость проникновения коррозии в свинцовом покрытии, мкм/год

Материал проволоки	Материал покрытия	Дисперсность порошка, мкм		
		-160 +100	-100 +56	-56
Медь	Свинец	200	212	272

При проведении прочностных испытаний защитного покрытия в качестве критерия был выбран угол загиба образца, который характеризовал величину когезии порошкового покрытия. Определение угла загиба образца с нанесенным покрытием из металлического порошка осуществляли на специально изготовленной установке. Образец устанавливался на цилиндрические опоры и подвергался деформации изгиба путем перемещения пуансона с закругленным концом. Его перемещение регистрировалось с помощью индикатора часового типа. По перемещению рассчитывали угол загиба в момент нарушения целостности покрытия. Результаты экспериментов приведены в табл. 3.

Табл. 3. Значение угла загиба образца с защитным покрытием, рад

Материал проволоки	Материал покрытия	Дисперсность порошка, мкм			
		-200 +160	-160 +100	-100 +56	-56
Медь	Свинец	0,65	0,89	1,10	1,23

Как видно из приведенных результатов лабораторных испытаний дисперсность металлического порошка по-разному влияет на свойства защитного покрытия, наносимого в процессе волочения на длинномерное изделие.

УДК 620.9.008

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКИ, СОДЕРЖАЩЕЙ СТРУКТУРИРОВАННЫЙ УГЛЕРОДНЫЙ НАНОМАТЕРИАЛ, НА СВОЙСТВА ЦЕМЕНТА

О. Ю. ШЕЙДА, Е. Е. КОРБУТ, Д. А. РАБЫКО

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

Развитие в последние годы технологии получения ультрадисперсных наноматериалов и, в частности, углеродных наноматериалов (УНМ) в Беларуси [1–3], понижение стоимости их производства поставило на повестку дня необходимость перехода от изучения их свойств к практическому применению [4–6]. Особенностью влияния УНМ на «цементные системы» является их эффективность при малых дозировках, соответствующих 0,0005...0,05 % от массы цемента. Была разработана, прошла установленную процедуру утверждения и в Беларуси освоен выпуск добавки для цементных бетонов и растворов с комплексным пластифицирующим и ускоряющим твердение эффектом: «УКД-1», содержащей в своем составе отечественный углеродный наноматериал – трехкомпонентное вещество.

Особенность комплексной добавки заключается в том, что ускоряющий твердение бетона компонент является «истинным» электролитом. Его ионы активно влияют на развитие (ускорение) процесса гидролиза клинкерных минералов, способствуют дезагрегации цементных флокулов, интенсифицируют процесс образования новых фаз. В результате сокращается продолжительность индукционного периода, ускоряется схватывание и потеря формовочных свойств бетонной смеси. Пластифицирующий компонент содержит в своем составе поверхностно-активные вещества, адсорбция молекул которых поверхностью вяжущего (при оптимальных дозировках – у ее «активных центров»), наоборот, приводит к торможению гидратационного процесса и увеличению сроков схватывания цементного теста и бетона. Влияние УНМ на сроки схватывания цемента, согласно источнику [5], проявляется в незначительном (2...6 %) их сокращении.

Исследования возможных структурно-морфологических изменений в продуктах гидратации цемента под влиянием вещества добавки «УКД-1» выполнили на пробах цементного камня, полученных измельчением его до порошкообразного состояния после испытаний образцов (20 x 20 x 20 мм) на прочность (сжатие). В табл. 1. приведены данные этих испытаний (каждое значение – среднее не менее 6-ти образцов), из которых очевидна эффективность (рост прочности на сжатие в 28 сут. на 15...40 %) исследуемой добавки. Одновременно подтверждается взаимосвязь и взаимозависимость становления коагуляционной структуры цементного теста (схватывание) с формированием и упрочнением кристаллогидратной структуры (твердение) цементного камня.

УДК 624.014.2
КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ
СОВРЕМЕННЫХ СКВОЗНЫХ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

В. М. ФРИДКИН, Д. О. КУЗМЕНКО, Е. В. КОЖЕМЯКИНА
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В настоящее время проектирование и строительство таких ответственных видов сооружений больших и сверхбольших пролетов, как пролетные строения мостов для рельсового и безрельсового транспорта (в т. ч. совмещенных), перекрытий и каркасов промышленных, общественных и других зданий (включая многофункциональные) типа купольных, сводчатых или сквозных балочных несущих структур, например, для стадионов и других зрелищных объектов строительства, производится при использовании заводских технологий. В основном это объемные сварные конструкции. В свою очередь, изготовление сварных конструкции достаточно энергозатратно, а готовые изделия, вследствие тепловых эффектов в процессе сварки, нарушают геометрию этих конструкций.

Решением данной проблемы, по мнению авторов, является использование примитивных несущих элементов конструкций – стержней и, соединяющих их, пространственных узлов. При этом мы избавляемся от сварки в заводских условиях, либо максимально уменьшаем ее объем, а конструктивные элементы получаются максимально компактными.

Такие конструктивные решения требуют максимально качественного и точного заводского изготовления конструктивных элементов, чтобы избежать влияния геометрических несовершенств на несущую способность готовой конструкции. Не многие предприятия могут решить поставленную задачу.

Но все же развитие производства не стоит на месте. Организация современного производства металлоконструкций с каждым годом позволяет улучшать качество и точность изготовления заводских изделий.

Например, завод металлоконструкций холдинга «Группа компаний ПРОТОС» в своем арсенале имеет оборудование, позволяющее изготовить конструкцию с отклонением по линейным размерам от запроектированной $\Delta = 1/12000$. Это позволяет обеспечить работу конструкции в соответствии с проектными расчетами. Минимизируя объемы использования сварки и, тем самым удешевляя и ускоряя производство готовых отправочных элементов изделий, проектировщики и изготовители получают возможность увеличить производительность предприятия и ускорить производство строительномонтажных работ.

УДК 621.793
ИСТОЧНИК НИЗКОЭНЕРГЕТИЧНЫХ ИОННЫХ ПУЧКОВ
ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

О. И. ТЕРЕЩУК
Государственное научное учреждение
«ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Ионная бомбардировка и имплантация металлов и сплавов приводит к изменению структурно-фазового состояния поверхностных слоев, что, в свою очередь, повышает их физико-механические свойства. В частности, имплантация применяется в электронной промышленности для внедрения донорных и акцепторных примесей в полупроводники [1]. К основным элементам установок для ионной имплантации относятся ионные источники. Выбор типа и конструкции ионного источника определяется химическим составом генерируемых пучков и параметрами формируемого ионного пучка.

В настоящей работе предлагается разработанная конструкция ионного источника, который может быть использован в электронной промышленности. Работа данного источника основана на методе лазерной абляции. При нагревании катода лучом лазера возникает облако плазмы, из которого при помощи буферного газа-носителя или вытягивающих электродов или, комбинируя оба метода, «выхватываются» ионы имплантируемого вещества и направляются на подвергаемую имплантации поверхность [2]. За основу спроектированной конструкции ионного источника взята принципиальная схема, приведенная в патенте [3].

Предлагаемая для использования в промышленности конструкция ионного источника (рис. 1) состоит из аксиально-симметричного сопла Лавала, имеющего на оси трубку, проходящую через дозвуковую сужающуюся часть сопла в область сверхзвукового расширения буферного газа-носителя (расширяющаяся часть сопла), и мишень в виде стержня (или проволоки), подаваемого в струю газа-носителя через трубку в сопле. Буферный газ-носитель также поступает в сопло через фланец, а лазерный луч фокусируется на торец стержня мишени, выступающего из поддерживающей его трубки.

Дополнительными, по сравнению с имеющимися промышленными образцами данного источника, элементами конструкции предлагаемого источника являются электромагнитная ионная воронка, установленная на оси сопла за его выходным срезом. Электромагнитная ионная воронка состоит из стопки тонких кольцевых металлических электродов с уменьшающимися в направлении струи диаметрами центральных отверстий и кольцевыми диэлектриками с вырезами. К кольцевым электродам воронки приложено радиочастотное электрическое напряжение через два токоввода таким образом, что соседние электроды находятся в противофазе. Для попадания луча лазе-

ра на мишень служит проводящее окно и отверстия в некоторых кольцевых электродах. На нескольких последних кольцевых электродах воронки приложено постоянное электрическое напряжение через токоввод, создающее внутри этой части воронки ускоряющее ионы электрическое поле.

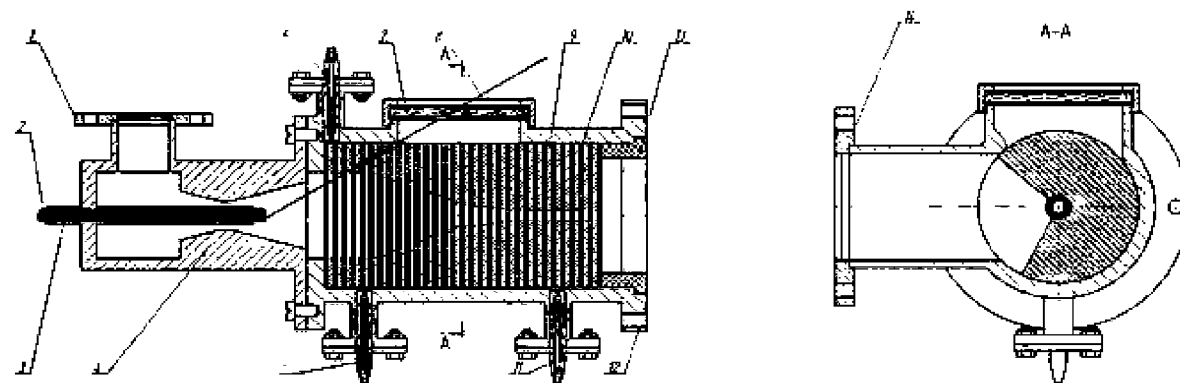


Рис. 1. Конструкция источника низкоэнергетичных ионных пучков: 1,12,14 – фланцы; 2 – мишень; 3 – трубка; 4 – аксиально-симметричное сопло Лавалю; 5,6,11 – токовводы; 7 – проводящее окно; 8 – луч лазера; 9 – кольцевой электрод; 10 – кольцевой изолятор; 13 – поджимная втулка

Предлагаемый источник низкоэнергетичных ионов значительно снижает расход буферного газа-носителя, позволяет практически без потерь вывести из источника все ионы, полученные при облучении лучом лазера материала мишени. Кольцевые электроды электромагнитной воронки препятствуют осаждению распыленного лазерным лучом вещества мишени на поверхность, предназначенную для фокусировки лазерного луча, что значительно повышает срок непрерывной работы предлагаемого источника ионов. Более того, в конструкции предлагаемого источника отсутствует скиммер, который есть в промышленных образцах, из-за которого нормальная работа ионного источника нарушается за счет осаждения на его поверхности вещества мишени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мрочек, Ж. А. Ионная имплантация и структурно-фазовое состояние материалов / Ж. А. Мрочек, В. А. Логвин. – Минск : БНТУ, 2012. – 206 с.
2. Нанотехника в технологиях машиностроения / С. Н. Григорьев [и др.]; под ред. С. Н. Григорьева. – М. : Инструменты. Технология. Оборудование, 2010. – 163 с.
3. Пат. 2353017 РФ, МПК С1 Н01J 27/24. Источник низкоэнергетических ионных пучков для технологий наноэлектроники / В. Л. Варенцов; заявитель В. Л. Варенцов № 2007122613/28; заявл. 15.06.07; опубл. 20.04.09, // Официальный бюл. / Фед. служба по интеллектуал. собственности. – 2004. – № 11. – С. 16.

Очертание плиты оболочки в поперечном сечении может быть *круговым, эллиптическим, параболическим* и т. п. В практике чаще всего встречается круговое очертание благодаря простоте его изготовления.

Скорлупа коротких монолитных оболочек армируется одиночной арматурой в виде сетки с ячейкой 200 x 200 мм из стержней диаметром не менее 6 мм. Стержни сетки заделываются в контурные элементы так же, как на крайних опорах плоских плит. В приконтурных зонах сверху укладываются дополнительные сетки – вдоль диафрагмы на расстояние 1/10 длины в обе стороны от ее оси (рабочие стержни прямолинейные, а монтажные криволинейные) и вдоль бортовых балок на расстояние 1,25–1,50 м в каждую сторону (здесь рабочие стержни криволинейные, а монтажные прямолинейные).

Сборные короткие оболочки конструируют из плоских панелей и диафрагм. Сборные панели конструируют ребристыми и снабжают выпусками стержней для связи с диафрагмами. Бортовыми балками обычно служат специальные панели или наружные ребра крайних панелей, в которых, при необходимости, предусматривается дополнительная арматура.

Бортовые элементы предназначены для повышения прочностных и жесткостных характеристик поперечного сечения покрытия, укрепления прямолинейных краев цилиндрических оболочек при действии местных нагрузок и для размещения в них основной рабочей арматуры. Форма и размеры бортовых элементов определены конструктивным решением покрытия и его расчетом.

В качестве диафрагм применяют балки, фермы, арки с затяжками.

Бортовые балки, а также торцевые диафрагмы, конструируются в соответствии с расчетом по общим правилам конструирования подобных плоских конструкций.

Конструирование сборных панелей для коротких оболочек принципиально не отличается от конструирования панелей для плоскостных покрытий зданий.

С. Д. СЕМЕНЮК, Ю. Н. ТРУСОВА

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

В настоящее время для зданий массового строительства применяются пролеты 18, 24 м при шаге колонн 6 или 12 м.

Для зданий с указанными параметрами широкое применение находят сборно-монолитные покрытия типа коротких цилиндрических оболочек, экономичные как по расходу материалов, так и по трудозатратам на изготовление и монтаж конструкций.

Цилиндрические оболочки называются короткими, если их пролет вдоль прямолинейной образующей меньше длины волны, т. е. расстояния между нижними прямолинейными краями скорлупы.

По числу пролетов оболочки бывают *однопролетными*, когда они опираются на две диафрагмы (рис. 1, а), и *многопролетными* (рис. 1, б), когда оболочки поддерживаются более чем двумя диафрагмами.

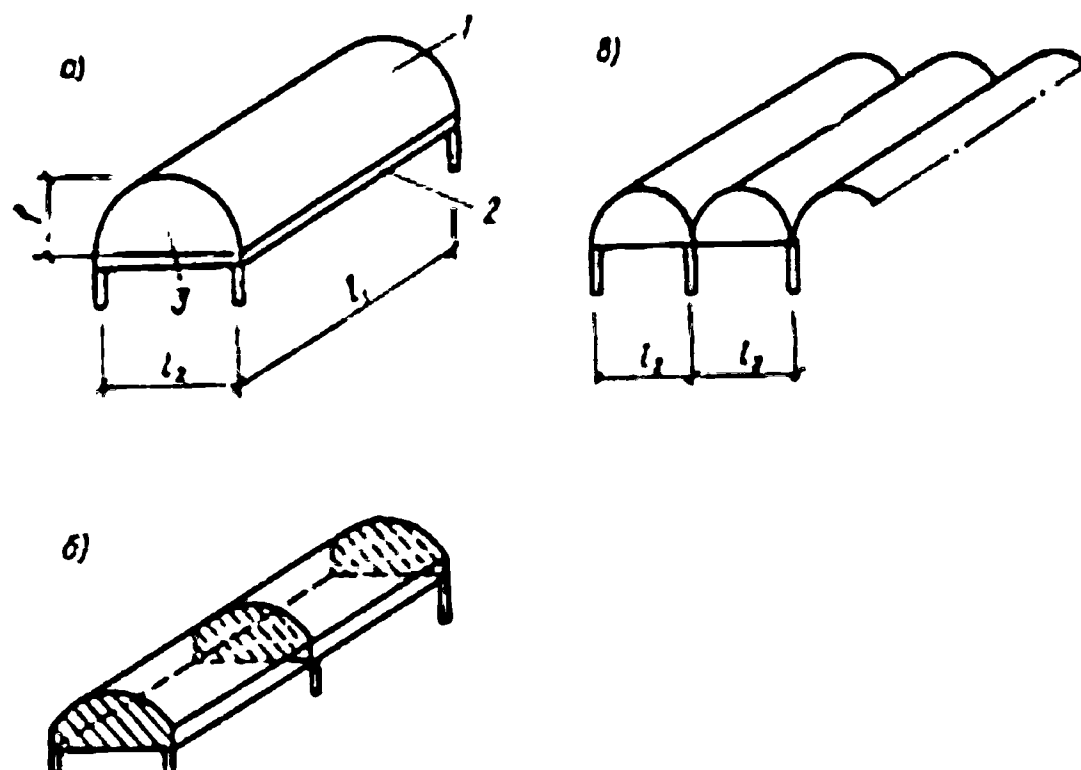


Рис. 1. Цилиндрические оболочки: а – однопролетная: 1 – оболочка; 2 – бортовой элемент; 3 – диафрагма; б – многопролетная; в – многоволновая

По числу волн оболочки делятся на одноволновые и многоволновые (рис. 1, в).

А. С. ФЕДОСЕНКО, Ф. Г. ЛОВШЕНКО, *Г. Ф. ЛОВШЕНКО

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
*«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Минск, Беларусь

Одним из важнейших свойств газотермических покрытий, обеспечивающего высокие показатели твердости, износостойкости, коррозионной стойкости, является их плотность. На данную характеристику оказывают влияние как параметры процесса напыления: мощность струи, дистанция напыления, расход порошка так и свойства наносимого материала: к которым относятся размер, плотность, структура частиц; теплофизические показатели.

Исследования по определению влияния режимов напыления на плотность покрытий выполнялись на следующих порошковых композициях: 15X18H10 – 9,6 % Fe₂O₃; 40X13; Ni – 10 % Al; Fe – 30 % Al; Al₂O₃ – 13 % TiO₂, полученных по технологии реакционного механического легирования. В качестве факторов, оказывающих влияние на плотность формируемых покрытий, были выбраны: диаметр отверстия подающей трубки; размер частиц наносимого материала; рабочая мощность плазмотрона.

Базовый режим нанесения покрытий реализовывался при следующих параметрах: сила тока – 220 А; напряжение – 200 В; дистанция напыления – 250 мм; диаметр отверстия подающей трубки – 2 мм; расстояние от среза сопла до выходного отверстия подающей трубки – 5 мм. Получение покрытий из композиционных порошков на основе оксидной керамики и стали 40X13 проводилось со следующими корректировками: дистанция напыления – 150 мм; диаметр отверстия подающей трубки – 1,7 мм.

Влияние размера частиц на плотность покрытий. Согласно данным, представленным в [1], диаметр частиц наносимого материала является одним из важных факторов, оказывающих влияние на степень их расплавления в высокотемпературном потоке, и, как следствие, влияющим на плотность формируемого слоя.

По результатам исследований было установлено, что для большинства рассмотренных композиций оптимальный размер частиц наносимого материала составляет 45 – 125 мкм. Исключение составляет композиция на основе системы Fe – Al, для которой частицы не должны превышать размер 63 мкм.

Влияние диаметра отверстия подающей трубки на плотность покрытий. Для напыления использовались порошковые материалы с оптимальным размером частиц. Диаметр выходного отверстия подающей трубки

варьировался в интервале 1,5–2,3 мм. В ходе проведенных исследований было установлено, что для большинства материалов диаметр отверстия в исследуемом интервале не оказывает существенного влияния на плотность слоя. Увеличение значения свыше 2,2 мм вызывает некоторое ее снижение, что, вероятнее всего, связано с проявлением эффекта захлаживания высокотемпературного потока. Ощутимое влияние диаметр отверстия оказывает лишь на плазменные покрытия из порошков 40X13 и $Al_2O_3 - 13\% TiO_2$.

Таким образом, для напыления большинства рассмотренных материалов, оптимальный диаметр отверстия подающей трубки находится в интервале 1,9–2,1 мм. Для напыления керамических порошков на основе системы $Al_2O_3 - TiO_2$ и системы Fe – Cr – C, оптимальным является отверстие диаметром 1,7 и 1,8 мм соответственно.

Влияние мощности плазменного потока на плотность формируемого покрытия. Повышение температуры плазменного потока позволяет сократить время пребывания частицы в высокотемпературной области, необходимое для полного ее расплавления, либо, при условии сохранения дистанции напыления, увеличить степень ее расплавления или пластификации. На практике, увеличение температуры струи обеспечивается, в большинстве случаев, повышением мощности потребляемой плазмотроном.

Рабочая мощность плазмотрона изменялась в интервале 30–50 кВт.

В результате исследований было установлено, что увеличение мощности в исследуемом интервале приводит к снижению пористости покрытий из всех порошковых композиций.

По результатам проведенных исследований было сделано заключение, что наиболее существенное влияние на плотность формируемых покрытий, для большинства композиций, оказывает мощность плазменной струи и размер частиц напыляемого материала, а для композиционных порошковых материалов 40X13 и $Al_2O_3 - 13\% TiO_2$, мощность плазменной струи и диаметр отверстия подающей трубки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юшков, В. И. О связи необходимой тепловой мощности плазменной струи с теплофизическими характеристиками напыляемого материала / В. И. Юшков, Ю. С. Борисов, С. М. Гершензон // Физика и химия обработки материалов. – 1975. – № 4. – С. 20–22.

сти $M_{кр} = 1,8$, вяжущим для всех серий служил портландцемент марки М 500 ОАО «Белорусский цементный завод».

Испытание призм на кратковременное центральное сжатие проводилось в полном соответствии с требованиями ГОСТ 24452-80. При испытании продольные деформации замерялись индикаторами часового типа с ценой деления 0,01 мм на базе 370...375 мм, установленными вдоль оси по четырём граням призм. Поперечные деформации замерялись индикаторами часового типа с ценой деления 0,001 мм на базе 100...115 мм. Продольные и поперечные деформации по каждой отдельной призме (по показаниям четырёх приборов механического действия) усреднялись.

Проведенные исследования позволили описать кинетику роста керамзитобетона во времени в виде гиперболической зависимости (1):

$$f_c^t = f_c^{28} \frac{t}{0,85t + 4,2}, \quad (1)$$

где t – возраст бетона в сутках; f_c^t – прочность бетона в возрасте t суток; f_c^{28} – прочность бетона в возрасте 28 суток.

Анализ этих исследований показал, что среднее отношение фактической прочности бетона к теоретической равно 1,03; среднее квадратическое отклонение – 0,065; коэффициент вариации – 6,3 %; обеспеченность точности формулы при отклонении теории от эксперимента в 15 % составляет 98 %. Коэффициент призмной прочности керамзитобетона в возрасте 7 суток составил 0,8; 14 и 28 суток – 0,81; 60 суток – 0,82.

Также были найдены пределы верхнего и нижнего микротрещинообразования бетона, являющиеся важной характеристикой для бетонных и железобетонных изделий, которые позволяют правильно определить эксплуатационные нагрузки на конструкции.

Верхний предел микротрещинообразования f^v_{crc} (т. н. «критическая» граница, при достижении которой наблюдается активный прирост пластических деформаций) находился графическим методом по усреднённым экспериментальным данным для двух призм, испытанных кратковременным нагружением по стандартной методике – путем построения зависимости «уровень нагружения – объемная деформация».

Определение нижнего предела микротрещинообразования f^0_{crc} также производилось графическим методом по экспериментальным данным.

С. Д. СЕМЕНЮК, М. Г. МАМОЧКИНА, Г. А. ДИВАКОВА

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

Легкие бетоны на основе керамзитового гравия широко применяются в промышленном, сельскохозяйственном и гражданском строительстве. Керамзитобетонные конструкции позволяют улучшить теплотехнические и акустические свойства зданий, значительно снизить их массу. Комплексное использование легких бетонов позволяет решить проблемы энергоресурсосбережения при строительстве и техническом обслуживании зданий и сооружений, повысить их ресурс и безопасность при эксплуатации. Однако, для соответствия белорусских нормативных документов с Еврокодом, необходимо уточнить некоторые прочностные и деформативные характеристики легких бетонов, что для Республики Беларусь является актуальным. С этой целью были проведены экспериментальные исследования прочности и деформативности образцов из легкого бетона класса 8/10, 10/12,5 и 16/20 в виде кубов, призм и цилиндров на кратковременное центральное сжатие в соответствии с ГОСТ 24452-80*.

Для определения прочностных и деформативных характеристик легких бетонов на основе керамзитового гравия были исследованы 3 серии опытных образцов из бетона классов 8/10, 10/12,5 и 16/20. В каждой серии экспериментальных исследований было заформовано и испытано 12 кубов с размером ребра 150 мм, 8 кубов с размером ребра 100 мм, 12 цилиндров диаметром 150 мм и высотой 300 мм и 12 призм размерами 150×150×600 мм. Испытания проводились в возрасте 7, 14, 28 и 60 суток. В каждом возрасте испытывалось по 3 куба с размерами ребра 150 мм, 2 куба с размерами ребра 100 мм, 3 призмы размерами 150×150×600 мм и 3 цилиндра диаметром 150 мм и высотой 300 мм.

В качестве крупного заполнителя для бетона класса 16/20 использовался керамзитовый гравий фракций 5–10 мм и 10–20 мм с относительной прочностью в цилиндре 2,68 МПа и 1,86 МПа соответственно. Для изготовления легкого бетона класса 10/12,5 применялся только керамзит фракции 10–20 мм. Для изготовления легкого бетона класса 8/10 в качестве крупного заполнителя использовался керамзитовый гравий фракций 5–10 и 10–20 мм; в качестве мелкого заполнителя – песок керамзитовый фракции 0–4 мм ОАО «Завод керамзитового гравия» г. Новолукомль. Мелким заполнителем для бетонов класса 16/20 и 10/12,5 служил песок кварцевый с модулем крупно-

А. И. ХАБИБУЛЛИН, С. Ю. БИЛЫК

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

Характерными дефектами глубокого сверления отверстий являются большие значения увода и отклонения от прямолинейности оси отверстия. Значительное влияние на эти дефекты оказывают биение поверхности обработанного отверстия, поперечные колебания инструмента, погрешности заточки инструмента, неравномерность износа главных режущих лезвий. Наиболее важной причиной увода при обработке отверстий в дисперсно-упрочненной меди является эпизодически возникающая адгезия на рабочих поверхностях инструмента. Высокая твердость этого материала вызывает необходимость увеличения осевого усилия, что приводит к возрастанию температуры и вероятности разрыва пленки СОЖ. С другой стороны, наличие абразивной дисперсной фазы Al_2O_3 в условиях сухого и полусухого трения вызывает интенсивный износ задних поверхностей инструмента, интенсифицирует нагрев в зоне контакта и активизирует адгезию на стертых фасках. В связи с тем, что процесс адгезии на режущих кромках отличается нестабильностью, это приводит к «рысканию» сверла и уводу его от оси вращения.

Одним из наиболее результативных способов повышения эффективности процесса глубокого сверления является применение вибрации. В процессе вибрации происходит принудительный скол сливной стружки, и она превращается в стружку надлома или скалывания. Кроме того, вибрация снижает сопротивление материала деформированию, исключает образование нароста на режущем инструменте, а также облегчает перемещение стружки в канале отверстия, решая проблему отвода стружки и тепла из зоны резания. При возникновении адгезии, вибрация приводит к разрыву контакта, тем самым облегчает возможность возврата сверла к оси вращения и снижению крутящего момента, что предотвращает поломку сверла.

Оптимальные амплитуда и частота колебаний зависят от режима резания, свойств материала заготовки и инструмента. Они рассчитывались из условий надежного образования стружки надлома и проверялись эмпирически. Режимы резания и вибраций при вибросверлении устанавливаются в зависимости от прочности и вязкости обрабатываемого материала, требуемой точности и шероховатости поверхности, диаметра отверстия.

Значения осевого усилия и крутящего момента, воздействующих на инструмент, а также амплитуды колебаний крутящего момента возрастают при

увеличении подачи. Причем, переход от устойчивого процесса к неустойчивому происходит скачкообразно и зависит от технологических условий. Для снижения вероятности поломки инструмента величина амплитуды колебаний крутящего момента не должна значительно превышать величины суммарного крутящего момента.

Результаты исследований показали, что при сверлении отверстий спиральными сверлами из быстрорежущей стали диаметром 0,9 мм в заготовках из дисперсно-упрочненной меди при подачах S_0 , превышающих 0,020 мм/об или достижении величины износа на задних поверхностях инструмента 0,025 мм, амплитуда колебаний крутящего момента превышает значения номинального крутящего момента, что указывает на возникновение неустойчивого процесса, приводящего к поломке инструмента.

Были проведены исследования для установления оптимального режима обработки отверстий диаметром 0,9–1,0 мм. Исследования проводились при $n = 2800$ об/мин; $S = 0,010$ мм/об.

При описании области оптимума параметрами являлись среднее значение увода сверла u_{cp} и среднее количество заготовок, обработанных одним сверлом n_{cp} ; факторами – круговая частота колебаний виброузла x_1 , амплитуда колебаний виброузла x_2 .

В результате статистической обработки экспериментальных данных по влиянию шага и диаметра шнека получены математические модели, адекватно представляющие результаты экспериментов.

Наименьший увод $u_{мин} = 0,08$ мм наблюдается при $A = 0,40$ мм, $\omega = 293$ с⁻¹, наивысшая стойкость $n_{cp} = 24$ – при $A = 0,40$ мм, $\omega = 250$ с⁻¹. Так как значения увода обладают наибольшей значимостью, оптимальным режимом принимаем: скорость резания 8,0 м/мин; подача 0,01 мм/об; амплитуда колебаний (в холостом режиме) $0,4 \cdot 10^{-3}$ м; частота колебаний 293 с⁻¹.

Применение вибрационного сверления с рекомендуемым режимом позволило повысить производительность процесса в 1,3–1,5 раза, стойкость инструмента из быстрорежущей стали в 2–2,5 раза, а также снизить величину увода сверла в 1,5–2,5 раза и вероятность поломки сверла в 3–5 раз.

УДК 666.97:624.012
ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНОСТЬ БЕТОНОВ СО ШЛАКОМ ТЭС
В СРАВНЕНИИ С ОБЫЧНЫМ БЕТОНОМ

С. Д. СЕМЕНЮК, А. А. КУЗЬМИНА, А. В. ЗЕЗЮЛИН
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Особого внимания заслуживает использование отходов различных отраслей промышленности в качестве материалов или сырья для их производства. Доклад посвящен экспериментальным исследованиям прочности и деформативности бетонов на традиционных заполнителях и со шлаком ТЭС при кратковременном сжатии и растяжении. Использование шлаков ТЭС, так же как и использование ваграночных шлаков металлургических производств и отработанных песков формовочных смесей, является одним из важнейших мероприятий по улучшению экологической обстановки районов и получению сырья для строительной отрасли.

В докладе изложены результаты экспериментальных исследований прочностных и деформативных характеристик бетонов на обычных заполнителях и со шлаком ТЭС при кратковременном сжатии и растяжении, приводится их сравнение. При этом даются характеристики наполнителей бетона. В качестве мелкого использовался природный кварцевый песок с модулем крупности $M_{кр} = 1,16$ и насыпной плотностью 1460 кг/м³. В качестве крупного – гранитный щебень, с насыпной плотностью 1320 кг/м³ и истинной плотностью 2650 кг/м³. Взамен части крупного и мелкого заполнителя в бетоне применялся шлак ГРЭС, химический состав которого представлен в основном тремя оксидами: оксид алюминия – 45–50 %, оксид железа 20–23 %, оксид кремния – 16–20 %. Также приводятся составы бетонов, методика испытания опытных образцов (кратковременное осевое сжатие, кратковременное осевое растяжение), прочностные (кубиковая и призмная прочность) и деформативные (модули деформаций, продольные и поперечные деформации) характеристики испытанных образцов при кратковременном центральном сжатии и растяжении. Приведен анализ данных динамики роста прочностных характеристик и его описание гиперболической зависимостью. Заслуживает внимания подбор составов бетонов расчетно-экспериментальным методом, позволяющий получить для двух видов бетона одинаковые показатели подвижности и удобоукладываемости, при этом оба вида бетона имеют близкие значения прочности, соответствующие классу бетона С20/25.

Р. П. СЕМЕНЮК, М. А. КОРОБИЦКИЙ, П. А. ПЕРЕЦ

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

Одним из главных факторов экономии сырья и материалов является рациональное использование вторичных материальных ресурсов и промышленных отходов. Объем накопления твердых бытовых отходов в Беларуси составляет свыше 3 млн т в год. Из общего количества отходов в год только 4 % поступает на переработку, а остальные вывозятся на свалочные полигоны, территории которых с каждым годом увеличиваются.

В состав бытовых отходов входит большое количество полимеров, естественный распад которых происходит за 40–50 лет. Часть этих отходов уже нашли применение при производстве строительных материалов, но процент использования полимерных отходов еще очень мал. Применение промышленных отходов позволяет на 10–30 % снизить затраты на изготовление строительных материалов по сравнению с производством их из природного сырья, а также уменьшить загрязнение окружающей среды.

Исследовалась возможность использования отходов полиэтилена, ПЭТФа, полиамида, получаемых на заводе по переработке вторичных ресурсов г. Могилева, в качестве заполнителя для декоративных смесей.

Полученный в результате исследований материал обладает декоративной и акустической функциями, а также низкой ценой, в сравнении с традиционными материалами на клеевой основе.

Дробленный материал имеет фракции 1,25...3,0 мм с насыпной плотностью 350...400 кг/м³.

Предлагаемый материал представляет собой хлопья из пластмасс неправильной формы, полученные в результате измельчения пластиковых бутылок, детских игрушек и других полимерных отходов. Полученный материал можно использовать в качестве отделочного материала в общественных зданиях и спортивных комплексах, облицовке цоколя зданий.

На подготовленную поверхность при помощи валика наносится клеевая основа, затем с помощью пистолета-распылителя набрасываются флоки. После полного высыхания стену можно покрыть лаком.

А. И. ХАБИБУЛЛИН, С. Ю. БИЛЫК

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

Высокие требования к точности и состоянию поверхности изделий электротехнического назначения может обеспечить только механическая обработка. Для разработанного в Белорусско-Российском университете дисперсно-упрочненного композиционного материала на основе меди необходимо было провести оценку обрабатываемости резанием и разработать технологические процессы изготовления основных типовых изделий.

Понятие обрабатываемости резанием является комплексным и включает ряд параметров:

- 1) силы резания и потребляемая мощность;
- 2) легкость разрушения и отвода стружки;
- 3) возможность получения поверхностей с заданной шероховатостью;
- 4) возможность достижения необходимой точности обработки;
- 5) скорость резания V_T , соответствующая заданному периоду стойкости

T;

6) оптимальная скорость резания V_O , которой соответствует наименьшая интенсивность изнашивания;

7) экономическая скорость резания V_E , обеспечивающая наименьшую себестоимость обработки.

Единой универсальной характеристики обрабатываемости резанием нет, так как материал, обладающий хорошей обрабатываемостью, с точки зрения уровня рациональных скоростей, может не обеспечивать требуемый уровень шероховатости поверхности или требует больших усилий резания.

В связи с тем, что заготовки для механической обработки получают методами экструзии или горячей объемной штамповки и припуски на механическую обработку не превышают 0,6 мм, то практический интерес представляют технологические свойства при чистовой обработке заготовок.

Исходя из свойств и технологии получения, за основной критерий обрабатываемости исследуемого материала следует принять шероховатость поверхности при чистовой обработке резанием. В связи с этим оптимизацию процесса обработки резанием проводили для заданных значений шероховатости поверхности. Оптимальным режимом резания при точении резцами, оснащенными пластинками из ВК2, для достижения значений шероховатости поверхности Ra 1,6 является скорость резания 85 м/мин, подача 0,12 мм/об при глубине резания 0,4 мм.

Установлено, что при чистовом точении, в практически используемом диапазоне скоростей резания, отсутствуют явления нароста и наклепа. В целом, обрабатываемость определяется температурой в зоне резания и истирающей способностью материала и может быть приравнена к обрабатываемости деформируемых жаропрочных бронз типа БрАЖН10-4-4, БрАЖ9-4. В качестве технологических сред при обработке рекомендуется использовать жидкости на водной основе Аквол-12, СОЖ МР-29, НГЛ-205 или масла В-31, МР-8, ИС-12, Mobil 10W-30.

Для изготовления изделий типа токоподводящих наконечников для сварки плавящимся электродом в среде защитных газов, в заготовках необходимо получить отверстие диаметром 0,8...2,0 мм и глубиной 18...30 мм. При сверлении дисперсно-упрочненных материалов на основе меди важными являются проблемы увода инструмента, его быстрого изнашивания и поломки.

Для достижения наибольшей производительности и снижения величины увода при сверлении глубоких отверстий без принудительной подачи СОЖ необходима обработка на высоких скоростях резания с небольшими подачами. Одним из наиболее результативных способов повышения эффективности процесса глубокого сверления является применение вибрации. В этом случае обеспечивается кинематическое дробление сливной стружки за счет применения переменной по величине подачи, обуславливает ее измельчение и эффективное удаление из отверстия. Для реализации этого метода на осевое движение подачи накладывается дополнительное осциллирующее движение. Это содействует увеличению стойкости инструмента, что позволяет повышать режимы резания и производительность.

Для беспрепятственного перемещения стружки стараются использовать сверла с прямыми канавками. В связи с дефицитностью такого инструмента, пришлось применять спиральные сверла с минимальным углом наклона винтовой канавки $\omega = 19^\circ$.

Режимы резания и вибраций при вибросверлении устанавливаются в зависимости от прочности и вязкости обрабатываемого материала, требуемой точности и шероховатости поверхности и диаметра отверстия. В результате исследований был установлен оптимальный режим обработки отверстий диаметром 0,9–1,1 мм: $n = 2800$ об/мин; $S_0 = 0,020$ мм/об; $f = 140$ Гц (3 колебания за 1 оборот инструмента); $A = 0,03–0,04$ мм. Применение вибровозбудителя в сверлильном станке дает возможность получать отверстия малого диаметра глубиной до 20–30 мм с удовлетворительной производительностью, стойкостью инструмента и допустимым уводом сверла, составляющим 0,05...0,2 мм.

УДК 621.9

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКОЙ КРОШКИ В ОТДЕЛОЧНЫХ РАБОТАХ

Р. П. СЕМЕНЮК, Е. В. КАПТУР, Л. С. НЕМЕНКОВ

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

В настоящее время строительство в нашей стране ведется в больших масштабах. Реконструируются старые здания и помещения, строятся новые.

Современный европейский стандарт требует придания зданиям внутри и снаружи изящного декоративного вида и поэтому, многие европейские фирмы работают над этой проблемой, и разрабатывают все новые материалы и технологии их производства, которые в последствии поступают на наши и европейские рынки строительных материалов. Но эти материалы для нас довольно дороги, хотя они и завоевывают большую популярность и применение при отделке внутри и снаружи здания.

Для декоративной отделки используются различные виды штукатурок. Штукатурки крупных фракций больше подходят для наружных работ, с их помощью поверхность становится более рельефной, и это красиво смотрится издали. Декоративные штукатурки мелких фракций используются для работ внутри помещения. Поверхность, покрытая мелкофракционной штукатуркой, меньше собирает пыль, не такая шершавая и не царапается, что существенно для поверхностей комнат. От фракционного состава штукатурки зависит ее цена, расход, минимальная толщина слоя.

Разработанный авторами материал состоит из наполнителя, полученного дроблением битой керамики и полимерного связующего. В данной работе доказано, что созданные материалы не уступают по качеству дорогостоящим материалам фирмы «Ваурамix», «СенэрджиБЕЛ», «БОЛАРС» и в несколько раз дешевле.

Одновременно происходит утилизация отходов, не требующая больших энергозатрат. Исходя из того, что в настоящее время одной из основных экологических проблем является проблема загрязнения биосферы бытовым мусором, то ситуация с утилизацией бытовых отходов в Беларуси пока сложная. Большая часть бытового мусора не разлагается в естественных условиях или имеет очень длительный срок разложения. Ежегодно в Беларуси образуется более 3 млн т бытового мусора. По данным Министерства ЖКХ, с каждым годом этот объем возрастает как минимум на 20 %. Поэтому переработка минеральных отходов и повторное их использование взамен природного сырья в строительной отрасли будет частично решать экологическую проблему и проблему ресурсосбережения.

сти труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения».

Для звукопоглощающих и звукоизоляционных материалов, представляющих собой листы гипскартонные (стандартные, влагостойкие, огнестойкие, влагоогнестойкие, ламинированные, перфорированные), листы гипсоволокнистые, плиты минераловатные, плиты минераловолокнистые была установлена зависимость токсичности газовой фазы, образующейся при их термическом разложении, от температуры в диапазоне 300–700 °С и был выявлен режим термического разложения, при котором токсичность образующейся газовой фазы максимальна.

Полученные результаты показывают, что в образующейся газовой смеси максимальное содержания CO и, соответственно, его максимальный удельный выход, наблюдался для каждого из образцов при температуре 600 °С. При дальнейшем увеличении температуры происходило резкое возрастание значений концентрационных соотношений CO₂/CO. Уменьшение содержания в газовой фазе CO и одновременное увеличение содержания CO₂ свидетельствует о том, что токсичность газовой смеси начинает уменьшаться.

Данные о составе газовой фазы, образующейся при термическом разложении исследованных материалов при температуре 600 °С, показали, что токсичность продуктов их горения определяется, в основном, присутствием оксида углерода (CO), максимальные удельные выходы которого составляли 34,8 мг/г для материалов на основе гипса и 46,8 мг/г для материалов на основе минерального волокна. Надо отметить, что для материалов с другой основой (целлюлоза, поликарбонат, полиэтилен, полистирол, полипропилен, поливинилацетат, полиуретан, полиамид, полиамидные и эпоксидные смолы, поливинилхлорид) эти величины были на порядок выше и составляли 140,1–551,9 мг/г.

Массовая доля летучих веществ, образующихся при термическом разложении листов гипскартонных, составляла 13,3–24,7 %; листов гипсоволокнистых – 15,0–31,2 %; плит минераловатных – 2,0–23,1 %; плит минераловолокнистых – 5,5–29,4 %.

Все исследованные звукопоглощающие и звукоизоляционные материалы по токсичности продуктов горения относятся к малоопасным. Материалы, относящиеся к другим группам токсичности, обнаружены не были.

Таким образом, показано, что токсичность продуктов термического разложения исследованных звукопоглощающих и звукоизоляционных материалов, изготовленных на основе гипса и минерального волокна, мала и определяется, в основном, оксидом углерода.

УДК 669.(6-8):539.2

СТРУКТУРА И МИКРОТВЕРДОСТЬ БЫСТРОЗАТВЕРДЕВШИХ ФОЛЬГ СПЛАВА НЬЮТОНА

В. Г. ШЕПЕЛЕВИЧ, *О. В. ГУСАКОВА, Н. А. ЛЮБОЧКО
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Учреждение образования
*«МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. А. Д. Сахарова»
Минск, Беларусь

Сплав Ньютона (Bi-50 мас. %, Sn-19 мас. %, Pb-31 мас. %) относится к легкоплавким припоям, характеризуется стойкостью к воздействию окружающей среды и повышенной механической прочностью. Быстрозатвердевшие фольги сплава Ньютона могут быть использованы в качестве припоев при пайке тонкостенных и длинных изделий, а также коммутационных материалов. В связи с этим были исследованы микроструктура и микротвердость быстрозатвердевших фольг сплава Ньютона.

Фольги сплава Ньютона толщиной 30–80 мкм получены высокоскоростной кристаллизацией расплава на внутренней полированной поверхности быстровращающегося медного цилиндра. Скорость охлаждения расплава составляла не менее 105 К/с.

Вид микроструктуры поперечного сечения фольг сплава Ньютона, полученного с помощью РЭМ LEO1455VP, приведен на рис. 1. В микроструктуре наблюдаются белые, черные и серые области. Неоднородно светлые области (А) на изображении микроструктуры соответствуют ε-фазе (Pb₂Bi), черные области – β-олову, а серые – висмуту.

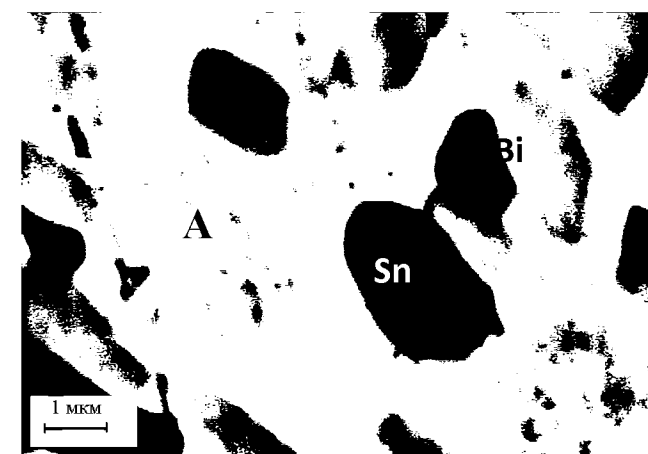


Рис. 1. Микроструктуры фольг сплава Ньютона

Текстура фольг сплава Ньютона изучалась с помощью метода «обратных» полюсных фигур. Значения полюсных плотностей дифракционных ли-

ний β -олова при отжиге представлены в табл. 1.

Табл. 1. Полусные плотности дифракционных линий β -олова

Длина линий	Температура отжига/время ($^{\circ}\text{C}/\text{ч}$)				
	исх.обр.	60/2	80/2	90/2	90/13
200	4,2	4,1	3,8	3,6	3,1
101	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6
220	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4
211	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2
301	0,4	0,4	0,5	0,7	1,0
112	0,5	0,4	0,5	0,6	0,7

Висмут имеет текстуру $(10\bar{1}2)$, (100) и ε -фаза $-(10\bar{1}0)+(11\bar{2}0)$. С увеличением времени отжига текстуры висмута и олова ослабевают, а ε -фаза – остается неизменной в пределах погрешности.

На рис. 2 представлены результаты измерения микротвердости фольг в зависимости от времени выдержки при комнатной температуре, полученные с помощью микротвердометра ПМТ-3 при нагрузке 5 г.

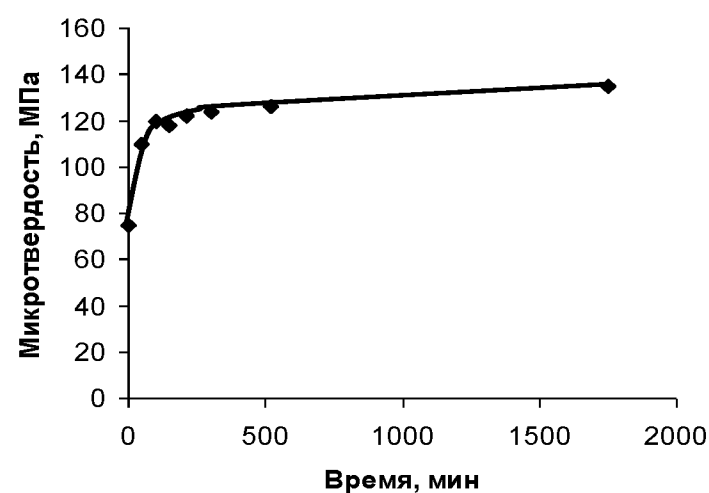


Рис. 2. Зависимость микротвердости от времени выдержки при комнатной температуре

Микротвердость быстрозатвердевших фольг возрастает со временем выдержки при комнатной температуре в течение первых 2 часов, а затем не изменяется. Увеличение микротвердости в течение первых 2 часов объясняется улучшением структуры межфазных границ в поверхностном слое фольги.

УДК 615.9:616-7; 615.099:616-7

ТОКСИЧНОСТЬ ПРОДУКТОВ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ
ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫХ И ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

С. Ф. СВИРЦЕВСКИЙ, С. Л. ЛЕЙНОВА, Г. А. СОКОЛИК
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Звукоизоляционные и звукопоглощающие изделия, в соответствии со структурой материала и, как следствие, потребительскими свойствами и областью применения, подразделяются на листы гипсокартонные и гипсоволокнистые, плиты минераловатные и минераловолокнистые. Использование таких изделий возможно только в том случае, если они отвечают предъявляемым к ним требованиям по пожарной безопасности.

При пожарах в жилых и административных помещениях опасность для жизни человека представляет не столько само пламя, сколько продукты горения, выделяемые материалами при их термическом разложении, поэтому необходимо контролировать токсичность газов, выделяющихся при возгорании строительных материалов.

Звукопоглощающие и звукоизоляционные строительные материалы, изготовленные из минеральных веществ, являются негорючими, однако, при наличии в них органических компонентов (достаточно 1 % от массы материала), такие материалы становятся горючими и их пожарная опасность увеличивается. При изготовлении листов гипсокартонных и гипсоволокнистых плит, минераловатных и минераловолокнистых, помимо основного компонента (гипса или минерального волокна), с целью придания им специальных свойств, улучшения физико-механических показателей и внешнего вида изделий, используются различные вещества, которые могут приводить к изменению состава образующейся при их горении газовой фазы. Перечень органических составляющих, которые входят в состав исследованных звукопоглощающих и звукоизоляционных изделий, достаточно разнообразен, однако, их массовая доля в составе изделий на основе гипса не превышает 5 %, а на основе минеральной ваты – 10 %.

Для материалов звукопоглощающих и звукоизолирующих органических или с включениями органических веществ контроль токсичности продуктов предусмотрен следующими документами, действующими на территории Республики Беларусь: ТКП 45-2.02-142-2011 «Здания, строительные конструкции, материалы и изделия. Правила пожарно-технической классификации», ГОСТ 23499-2009 «Материалы и изделия звукоизоляционные и звукопоглощающие строительные. Общие технические условия» и ГОСТ 6266-97 «Листы гипсокартонные. Технические условия».

Документом, в котором установлен метод испытаний токсичности продуктов горения, является ГОСТ 12.1.044-89 «Система стандартов безопасно-

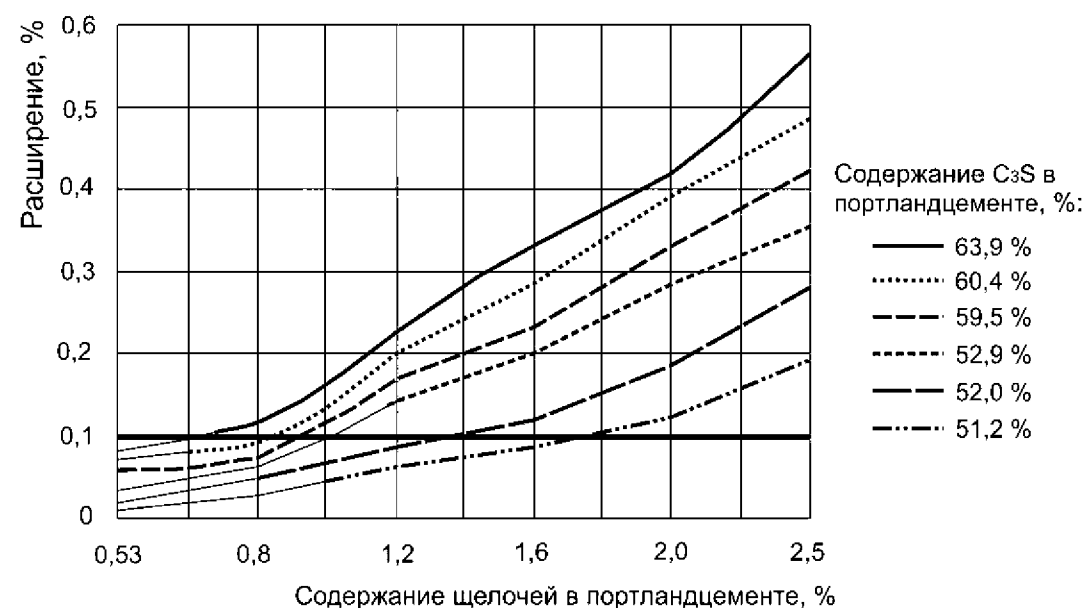


Рис. 1. Влияние минералогического состава портландцемента на щелочное расширение бетона

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что при совместном использовании потенциально нереакционного заполнителя и портландцемента с допустимым содержанием щелочей, равным 0,62 %, и C₃S – 63,9 %, уже существует вероятность возникновения внутренней коррозии бетона, так как относительные деформации расширения равны 0,11 % и превышают установленную границу 0,1 %. Вместе с тем, допустимо использование этого же заполнителя совместно с портландцементом, содержащим даже большее количество щелочей, но при более низком содержании в нем трехкальциевого силиката.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петрова, Т. М. Причины проявления внутренней коррозии и снижения долговечности железобетонных шпал / Т. М. Петрова, Ю. В. Сорвачева // Изв. СПб.ун-та путей сообщения. – СПб. – 2014. – № 2 (31). – С. 87–92.
2. ГОСТ 8269.0-97. Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний. – М. : Межгосударственная научно-техническая комиссия по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве. – 1998. – 109 с.
3. СП 28.13330.2012. Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85. – М. : Минрегион России. – 2011 – 99 с.
4. ГОСТ Р 55224-2012. Цементы для транспортного строительства. Технические условия. – М. : Стандартинформ. – 2013. – 12 с.
5. Розенталь, А. Н. Коррозия бетона при взаимодействии щелочей с диоксидом кремния заполнителя / А. Н. Розенталь, Г. В. Любарская // Бетон и железобетон. – 2012. – № 1 (6). – С. 50–60.

УДК 691.618.93

ПЕНОСТЕКЛЯНАЯ ШИХТА С ДОБАВЛЕНИЕМ НАТРИЯ ДВУУГЛЕКИСЛОГО

Ю. А. ЩЕПОЧКИНА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Иваново, Россия

Главная технологическая задача в производстве высокоэффективных теплоизоляционных материалов, в том числе, пеностекла – обеспечить их высокопористое строение с заданными характеристиками пористой структуры. Лучшие показатели имеет ячеистая пористая структура с равномерно распределенными крупными и мелкими порами (между крупными), правильной геометрической формы, без узких капилляров, с гладкими стенками. Процесс получения пеностекла можно представить следующим образом. При нагревании сначала частицы стекла размягчаются. Вязкость стекломассы в этот период велика. При дальнейшем нагревании начинается разложение газообразователя, а вязкость стекломассы снижается. Выделяющиеся газы образуют в стекломассе поры, диаметр которых постепенно возрастает, так как пленки стекла растягиваются под влиянием давления газов, и объем стекломассы значительно увеличивается. При достижении стекломассой определенного объема, температуру в печи снижают, чтобы прекратить разложение газообразователя и закрепить полученный объем и структуру. При резком возрастании вязкости стекломассы с понижением температуры структура становится устойчивой. В процессе порообразования вся стекломасса представляет собой пластичную вязкую систему, в которой равномерно распределен газообразователь, выделяющий газ и создающий устойчивую и равномерную пену стекла. При образовании пены основное значение имеют вязкость жидкости и поверхностное натяжение на границе «жидкость – газ». Вязкость противодействует разрыву пленки, а низкое поверхностное натяжение способствует ее утоньшению. При высоком поверхностном натяжении пена не образуется. Пенообразование при высокой вязкости стекломассы возможно лишь тогда, когда давление газовой фазы в состоянии вспенить стекломассу.

Автором был исследован процесс получения пеностекла на основе типовой шихты, включающей молотые (до прохождения через сетку № 008) листовое стекло и мел, с добавлением в нее натрия двууглекислого (табл. 1). Добавление в шихту натрия двууглекислого способствует понижению вязкости расплава стекломассы, что в свою очередь, положительно влияет на порообразование.

Табл. 1. Составы пеностекольной шихты

Компоненты	Состав, мас. %:			
	1	2	3	4
Листовое стекло	96	94	91	89
Мел	4	4	4	4
Натрий двууглекислый	-	2	5	7
Общая пористость, %	-	28	37	29

Подготовленную шихту засыпали в формы (1/2 объема), нагревали в муфельной электропечи до вспенивания (температура вспенивания 950 °С, время выдержки 40 мин.) и охлаждали.

Состав пеностекольной шихты, не содержащий добавки натрия двууглекислого при данных условиях вспенивания, не образовывал пористой структуры. Полученные образцы представляли собой спеченное молотое стекло с включением частиц неразложившегося газообразователя.

При содержании в шихте натрия двууглекислого в количестве 2 мас. % пористая структура полученного пеностекла достаточно неоднородная, что дает основание полагать, что данное количество натрия двууглекислого недостаточно и на процесс формирования пор влияет незначительно. При содержании натрия двууглекислого в количестве 7 мас. % в пеностекле присутствуют частично замкнутые поры. Вязкость расплава стекломассы достаточно низкая для того, чтобы газовая фаза образовала качественные поры, большая часть газов выходила наружу. На это указывает частичная неоднородная поризация пеностекла. Низкая вязкость расплава не позволяла части газа задержаться в расплаве и образовать поры. При содержании в шихте натрия двууглекислого в количестве 5 мас. % создавалось рациональное соотношение вязкости и поверхностного натяжения расплава пеностекла, при этом обеспечивалось равномерное распределение пор по всему объему полученного материала.

Таким образом, рациональным можно считать введение в состав пеностекольной шихты (на основе листового стекла) натрия двууглекислого в количестве 5 мас. %, поскольку при этом значении достигается вязкость расплава, при которой газовая фаза образует равномерно распределенные частично замкнутые поры. Оптимизируется поверхностное натяжение расплава, что позволяет образующейся (при разложении мела) газовой фазе вспенить расплавленную стекломассу и выйти через нее излишкам газа.

УДК 666.972.1
ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА
НА ЩЕЛОЧЕ-СИЛИКАТНОЕ РАСШИРЕНИЕ БЕТОНА

Т. М. ПЕТРОВА, Ю. А. СОРВАЧЕВА, А. В. ПОЛЕТАЕВ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ
СООБЩЕНИЯ ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I»
Санкт-Петербург, Россия

Разрушения бетонных и железобетонных конструкций, вызванные протеканием химической реакции между щелочами портландцемента и аморфным кремнеземом заполнителя, является мировой проблемой, что подтверждает все возрастающее количество ежегодных публикаций по этой тематике. Известно, что двумя основными факторами, способствующими протеканию внутренней коррозии бетона, является содержание щелочей в портландцементе и аморфного кремнезема в заполнителе [1]. В ГОСТ 8269.0-97, действующем как на территории Российской Федерации, так и в Республике Беларусь, установлена граница по содержанию аморфного кремнезема в заполнителе – не более 50 ммоль/л [2]. В свою очередь, максимальное содержание щелочей в портландцементе в пересчете на $\text{Na}_2\text{O}_{\text{экв}}$, регламентируется в России двумя нормативными актами. В 2012 г. определены технические требования к цементам и установлено рекомендуемое содержание щелочей, составляющее не более 0,6 % [3]. С 1 января 2015 г. вступил в силу национальный стандарт России, устанавливающий требования к цементам для транспортного строительства, в соответствии с которым содержание щелочных оксидов в пересчете на $\text{Na}_2\text{O}_{\text{экв}}$ в цементях не должно превышать 0,8 % массы цемента [4].

С целью определения максимально допустимого содержания щелочей в портландцементе с различным минералогическим составом была проведена оценка относительных деформаций расширения бетонных образцов ускоренным методом. В рамках исследований, суммарное содержание щелочей в пересчете на $\text{Na}_2\text{O}_{\text{экв}}$ искусственно увеличивали до 2,5 % путем введения гидроксида натрия вместе с водой затворения, при этом содержание аморфного кремнезема в заполнителе было постоянным и составляло 38,1 ммоль/л (рис. 1). В ряде работ установлено, что активную роль в процессе протекания внутренней коррозии бетона играют гидрооксиды кальция, образующиеся в процессе гидратации C_3S портландцемента [5]. Для проведения исследований были выбраны 5 видов портландцементов, содержание C_3S в которых находилось в диапазоне от 51,2 до 63,9 %.

Подтверждена возможность направленного влияния на деформативность шлакощелочных бетонов.

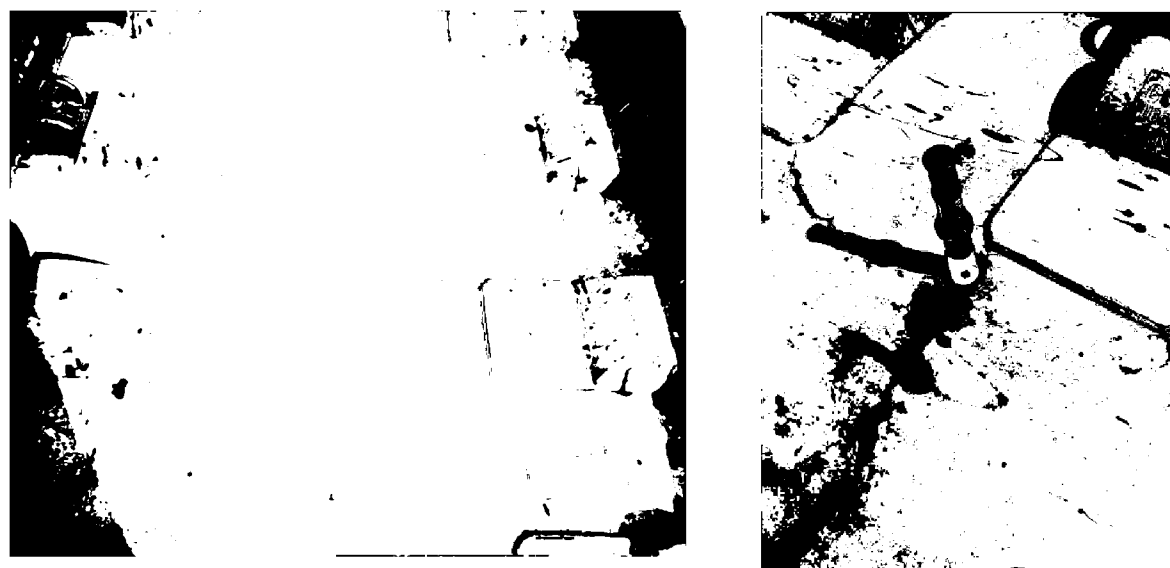


Рис. 1. Трещины на поверхности безбалластной конструкции верхнего строения пути

Работы авторов показали, что при динамических нагружениях трещинообразование в шпалах из шлакощелочного бетона наступает при более высоких значениях моментов, превышающих аналогичные значения для бетонов на основе портландцемента: в подрельсовом сечении на 16–67 %, в среднем – на 20–42 % [3]. Морозостойкость бетона превышает F1300.

Высокая выносливость при совместном воздействии динамических нагрузок и природных факторов подтверждается 25-летней эксплуатацией в пути конструкций из шлакощелочного бетона, что указывает на их повышенную релаксационную способность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Michas, G. Stab track system for High Speed railways [text] / G. Michas // Royal Institute of Technology (KTH), Sweden, Stockholm. – 2012. – 107 p.
2. Колос, А. Ф. Проблемы эксплуатации безбалластной конструкции верхнего строения пути RHEDA 2000 на железнодорожной магистрали [Текст] / А. Ф. Колос, Т. М. Петрова, А. А. Сидоренко // Техника железных дорог. – № 2 (22) – 2013 – С. 42–47.
3. Петрова, Т. М. Бетоны шлакощелочные / Т. М. Петрова // Российская архитектурно-строительная энциклопедия. – М. : Минстрой РФ, ВНИИТПИ, 1995. – Т. 1. – С. 203–206.

УДК 621.791

ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ ГАЗОСВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

А. М. БЕЛЯГОВ, В. П. КУЛИКОВ

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

В настоящее время в Республике Беларусь действует технический регламент Таможенного союза ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования».

В соответствии с положениями данного регламента обязательному подтверждению соответствия в форме декларирования подлежит оборудование для газопламенной обработки металлов и металлизации изделий, оборудование для сварки и газотермического напыления. Декларирование осуществляется путем принятия декларации о соответствии на основании собственных доказательств или доказательств, полученных с участием аккредитованной испытательной лаборатории по схемам, установленным в техническом регламенте. По решению заявителя вместо декларирования о соответствии может быть проведена сертификация. Такое решение, чаще всего, заявителю приходится применять из-за недостаточности собственных доказательств подтверждения соответствия требованием ТР ТС 010/2011.

Связано это с отсутствием в республике аккредитованных испытательных лабораторий по проверке требований регламента для газосварочного оборудования, а, именно, установок ацетиленовых, резаков, горелок, редукторов, устройств предохранительных, используемых при газовой сварке и резке.

Центром сертификации и испытаний Белорусско-Российского университета приобретен специальный испытательный стенд для проверки перечисленного оборудования, проведена экспертиза и процедура его аттестации. В результате, испытательная лаборатория Центра аккредитована Госстандартом по трем направлениям.

1. Проверка герметичности, инжекции, горения, стойкости к обратному удару резаков и горелок (ГОСТ 5191-79, ГОСТ 1077-79).

2. Проверка на герметичность, пропускную способность редукторов для газопламенной обработки (ГОСТ 13861-89).

3. Проверку обратных клапанов, пламепреграждающих устройств, отсечных клапанов на герметичность, обратный удар, расход газа.

УДК 621.791

О НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ НЕРАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ,
ВЫПОЛНЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛЕЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ

В. В. ДЕСЯТНИК, С. М. ТРИХАНОВ, И. В. ТАРАСЕНКО

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

При изготовлении элементов конструкций легкомоторных самолетов широко используют элементы конструкций, выполненных из таких материалов, как дерево и фанера. Создание неразъемных соединений из них можно, в основном, с применением склеивания. При этом используются казеиновые клеи, клеи поливинилацетатные, эпоксидные смолы и т. д.

В данной работе предпринята попытка определения прочностных характеристик нахлесточных и тавровых соединений, выполненных с использованием указанных клеевых составов.

При назначении размеров испытываемых образцов использовались рекомендации ГОСТов, которые используют для образцов сварных соединений. Изготавливались образцы нахлесточных и тавровых соединений с использованием клея ПВА эпоксидной смолы. В каждой серии испытаний испытывали по 11 образцов. Испытания проводили на разрывной машине МР-5. Кроме того, испытывались клееные образцы, усиленные шурупами.

Самую низкую прочность (1270 Н) показали образцы, в которых использовался клей ПВА. Более низкую прочность (1400 Н) – образцы с использованием эпоксидной смолы. Однако они разрушались хрупко, что ограничивает их применение при переменных нагрузках. Наибольшую прочность продемонстрировали образцы на основе клея ПВА, усиленные шурупами (1500 Н), что позволяет рекомендовать такой способ соединения при изготовлении элементов конструкций легкомоторных самолетов. Кроме того, установлено, что равнопрочность соединения с основным материалом достигается только при определенной поверхности склеивания, которой и определяется размер нахлестки. Размер нахлестки

Принимался рекомендуемому для сварных соединений, т. е. $S \geq 4S$, где S – толщина металла нахлесточного соединения. Для клееных соединений он рекомендован быть не может, поскольку в отличие от сварных соединений, где нагрузку несет угловой шов, в случае клееных соединений нагрузку несет вся поверхность склеивания.

УДК 691.32

ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОДРЕЛЬСОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Т. М. ПЕТРОВА, А. В. ПОЛЕТАЕВ, Э. Ю. ЧИСТЯКОВ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I»
Санкт-Петербург, Россия

В последние десятилетия, как альтернатива традиционным путевым конструкциям, все большее распространение в мире приобретают безбалластные путевые системы. Одной из них является RHEDA 2000, впервые примененная в 1972 году в Нижней Саксонии [1]. Положительный опыт эксплуатации опытных участков в Германии (например, на линии Эрфурт-Халле-Лейпциг, Кельн – Франкфурт – Рейн – Майн) и других странах позволил применить ее более чем на 3300 км, в основном на скоростных железнодорожных линиях.

На территории Российской Федерации данная конструкция впервые была уложена в путь на опытном участке в сентябре 2010 г. Ее эксплуатация в течение первого года показала, что путь по всем показателям имеет стабильные характеристики [2]. Однако были выявлены многочисленные трещины, развивающиеся в основном от углов полушпал к центру и торцу. Мониторинг состояния безбалластного пути за первый год эксплуатации выявил наличие на поверхности конструкций трещин с шириной раскрытия до 0,4–0,65 мм, при этом верхняя граница превысила значение, допускаемое нормативными документами, равное 0,5 мм.

После 3,5 лет эксплуатации отмечено увеличение ширины раскрытия трещин до 1,4–1,5 мм. На рис. 1 показан фрагмент опытного участка пути и характер трещинообразования.

Трещины с шириной раскрытия более 0,5 мм требуют, по мнению работников, ремонта, например, с использованием составов на основе эпоксидной смолы или полиуретана, так как их наличие может привести к коррозии арматуры, снижению долговечности и надежности конструкции и изменению стабильности пути.

Таким образом, для повышения эксплуатационных характеристик конструкции, было бы целесообразно применить более трещиностойкий бетон, например, шлакощелочной.

Сопоставление критериев трещиностойкости высокопрочных шлакощелочных бетонов и бетонов на основе портландцемента показало, что первые обладают в 1,5 раза более высокими значениями K_{1c} , в 2,4 раза более высоким значением энергии, необходимой для их разрушения.

На эффективность функционирования дорожно-строительного комплекса оказывает влияние большое число факторов, определяющих климатические, технологические и режимные условия эксплуатации машин, а также условия, определяемые состоянием и физико-механическими свойствами уплотняемых материалов.

Основным условием оптимального протекания рабочего процесса комплекса «автосамосвал-асфальтоукладчик – дорожные катки» является ограничение суммарного времени выполнения технологических операций.

Анализ условий эксплуатации машин, входящих в комплект, показал, что задача выбора экономически рационального варианта может быть решена с помощью заранее построенной технико-экономической модели, включающей комплекс взаимосвязанных показателей, характеризующих условия эксплуатации, конструкцию входящих в комплект машин и экономичность их функционирования.

Модель функционирования системы «автосамосвал-асфальтоукладчик – дорожные катки» и проведенные теоретические предпосылки обеспечения непрерывности и качества строительства дорожных покрытий были положены в основу синтеза алгоритма оптимизации режимов работы, и структуры машинного комплекса.

Алгоритм предусматривает последовательное сопоставление эффективности применения возможных вариантов комплектов применяемых машин и выбор оптимального варианта для заданных условий дорожного строительства с учетом регионального фактора.

Проведенные расчеты по разработанному алгоритму машин, входящих в комплект, на основе их технических характеристик позволили оценить технико-экономическую эффективность внедрения рекомендаций по выбору структуры и назначению оптимальных режимов работы машин комплексов «автосамосвал-асфальтоукладчик – дорожные катки» для климатических условий Республики Беларусь.

На основе разработанного алгоритма с использованием системного подхода, сформированы и проанализированы модели и условия функционирования машин применительно к строительству покрытий из горячих асфальтобетонных смесей. Модели уплотнения асфальтобетонных смесей базируются на законах послойной теплопередачи смесей, функциональной взаимосвязи параметров эксплуатационного фона и режимов работы уплотняющих машин с учетом ограничения процесса по времени. Модель, выбранная с помощью ЭВМ позволила оценить влияние отдельных факторов эксплуатационного фона на эффективность функционирования системы «автосамосвал-асфальтоукладчик – дорожные катки» при строительстве асфальтобетонных дорожных покрытий.

УДК 621.791.763.1
ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ КОНТАКТНОЙ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ
СТАЛЕЙ С КОМПОЗИТНЫМИ ЗАЩИТНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

С. Н. ЕМЕЛЬЯНОВ, В. А. ПОПКОВСКИЙ

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

В последнее время в отечественной и зарубежной промышленности, особенно в автомобилестроении, все шире применяются стали с защитными композитными покрытиями. В их составе, кроме материала, обладающего защитными, чаще всего антикоррозионными свойствами, имеется и органический связующий наполнитель. Обладая явными преимуществами, стали с такими защитными покрытиями создают определенные трудности при выборе параметров режима их сварки [1].

Одним из примеров стали с защитным композитным покрытием является сталь с покрытием на основе цинка – цинкрометалл (ZINCROMETAL), которая широко применяется в автомобилестроении России и стран Западной Европы. Цинкрометалл имеет толщину слоя покрытия 12–25 мкм и представляет собой композицию из трех составляющих (рис. 1). Методы нанесения этих покрытий являются промышленным приоритетом фирмы Тиссен Форшунг (Германия).

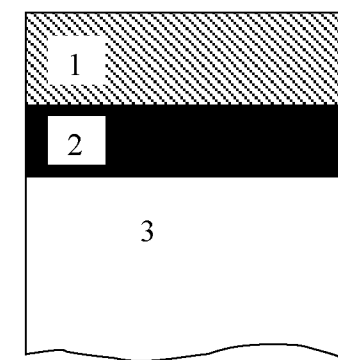


Рис. 1. Металлическая пластина с защитным композитным покрытием: 1 – цинкромет (раствор цинка в эпоксидной смоле) толщиной 10–20 мкм; 2 – дакромет (дисперсия цинка в водном растворе хромовой кислоты) толщиной 2–5 мкм; 3 – основной металл (холоднокатаный лист из стали St14)

При выборе параметров режима контактной точечной сварки сталей с композитными покрытиями определяющими факторами являются электропроводность, предел текучести и температура плавления материала покрытия. При нагреве сварочным током легкоплавкое покрытие и органический наполнитель расплавляются, при относительно низкой температуре, и частично выдавливаются из зоны контактов «электрод-деталь» и «деталь-деталь», что приводит к изменению контактных сопротивлений и увеличе-

нию площади контакта. В процессе сварки поверхность электродов загрязняется путем массопереноса покрытия на рабочую поверхность электрода, что влечет за собой постепенное повышение контактных сопротивлений и температуры в зоне «электрод-деталь» на последующих циклах сварки. Описанные выше процессы влияют на процесс формирования сварного точечного соединения и, как следствие, на его прочностные и антикоррозионные характеристики.

Для выбора параметров режима контактной точечной сварки сталей с композитными покрытиями нами определены диапазоны допустимых минимальных и максимальных значений сварочного тока и времени его протекания. Верхние значения этих параметров определяются границей зоны появления выплесков расплавленного металла, а нижние ограничены минимальным диаметром точки $d_{\text{я}} = 5,5\sqrt{\delta}$, где δ – толщина свариваемого листа.

Выводы.

1. На основании проведенных исследований предложены два варианта режима сварки, обеспечивающие получение качественного сварного соединения. При одноимпульсном режиме применяется максимально допустимое значение сварочного тока и малое время его протекания. Для двухимпульсного режима величина и время протекания тока подогрева выбираются такими, чтобы покрытие нагрелось до температуры размягчения и выдавливалось из зоны контакта «электрод-деталь» и «деталь-деталь».

2. Для режимов точечной сварки сталей с композитными покрытиями рекомендована выдержка ковочного усилия до температуры охлаждения сварного соединения 300 °С. Выбор варианта режима сварки должен учитывать возможности используемого сварочного оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Пиетрас, А.** Точечная сварка оцинкованных листовых материалов в серийном производстве / А. Пиетрас, Х. Папкала // Сварка и родственные технологии. Мировой опыт и достижения: материалы II Междунар. симп. – Минск, 2001. – С. 63–71.

УДК 625.7/8:338 ПОДБОР КОМПЛЕКТА МАШИН ДЛЯ ПОТОЧНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

С. Б. ПАРТНОВ, Д. С. БИЧУКОВ, П. С. ВЕРЕТЕННИКОВ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В связи со сложившейся сложной экономической обстановкой в стране, в настоящее время все острее ставится вопрос производства продукции, работ и услуг с наименьшими финансовыми затратами.

По мере расширения масштабов строительного производства все больше требований предъявляется к качеству дорог, так как от них зависит доставка продукции до потребителя с наименьшими автотранспортными затратами и потерями.

В настоящее время до 45 % автомобильных дорог представляют грунтовые трассы, зависящие от капризов погоды. Себестоимость грузовых перевозок по современным шоссе в 7 раз ниже, чем по дорогам без твердого покрытия.

Принятая в Республике Беларусь программы «Дороги Беларуси» предусматривает строительство новых и реконструкция старых автомобильных дорог с твердым покрытием. Реализация задач, поставленных в программе «Дороги Беларуси», выполнение намеченных объемов работ и обеспечение высокого качества дорожного строительства требует совершенствования технологии и организации производства, повышения технической оснащенности применяемых машин.

На современном этапе развития техники, когда одна и та же производственная задача может быть решена с помощью большого числа различных вариантов конструкций машин, многие расчеты и обоснования вариантов уже не могут быть выполнены традиционными методами и средствами, т. к. требуют применения соответствующих математических моделей, методов решения задачи и анализа вариантов с применением современной вычислительной техники.

Для этого разработана математическая модель функционирования технологического комплекса машин для строительства покрытий из горячих асфальтобетонных смесей, а также структурные и функциональные взаимосвязи факторов, определяющие эффективность и качество процесса дорожного строительства применительно к поточному производству.

С увеличением плотности материала необходимо повышать нагрузку на валец, что является основанием для увеличения массы катка для последующего этапа уплотнения покрытия.

УДК 666.151.1+666.1.039.2
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ФОРМОВАНИЯ
ЛИСТОВЫХ СТЕКОЛ ТОНКИХ НОМИНАЛОВ

Ю. Г. ПАВЛЮКЕВИЧ, А. П. КРАВЧУК
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

При остеклении теплиц и фасадов зданий, изготовлении стеклопакетов, солнечных батарей, декоративных витражей, защитного и многослойного безопасного стекла все большее применение находят листовые стекла тонких номиналов (толщиной менее 2 мм). Их использование является целесообразным с точки зрения снижения материалоемкости производства и веса изделий. Традиционной сферой применения листовых стекол тонких номиналов является изготовление предметных, часовых и покровных стекол, которые в настоящее время импортируются в Республику Беларусь.

Целью проводимой работы является разработка технологических основ процесса получения листовых стекол тонких номиналов.

Для изучения процесса формования листового стекла тонких номиналов изготовлена экспериментальная установка.

Формование осуществляется методом вертикального вытягивания вниз. Конструкция установки позволяет локализовать тепловой поток от нагревателей в небольшом объеме печи, что обуславливает градиент температур 100–150 °С и позволяет утонять предварительно сформованное стекло толщиной 3–10 мм до толщины 0,2–2,0 мм. При утонении параметры формуемой ленты стекла определяются температурой формования, скоростью вытягивания и скоростью охлаждения. Путем их регулирования обеспечивается минимальная величина переходной зоны и стабильность геометрических параметров ленты стекла.

Выявлено, что при вытягивании стекла активное формование протекает в интервале температур 840–850 °С, что соответствует значениям вязкости стекла 104,8–105 Па·с. В этих условиях стягивающее воздействие сил поверхностного натяжения не приводит к значительному сужению ленты стекла. Скорость формования находится в пределах значений от 6 до 230 м/ч.

Проведенный анализ качества поверхности образцов показал, что по совокупности показателей (высота неровностей, средний шаг неровности, плотность выступов и т.д.) полученные стекла несколько уступают по качеству флоат-стеклу. Высота неровностей, определенная по 10 точкам, для флоат-стекла составляет 0,323 мкм, а для тянутого стекла – 0,38–1,06 мкм. Причем величина этого показателя зависит от толщины формуемого стекла и с уменьшением номинала стекла возрастает. Отношение толщины формуемого стекла к величине неровностей не превышает 0,1 – 0,5 %.

УДК 621.791.763
ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕХОДА ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЧЕРЕЗ
ДУГОВОЙ ПРОМЕЖУТОК В УСЛОВИЯХ КОМБИНИРОВАННОЙ
ДВУХСТРУЙНОЙ ГАЗОВОЙ ЗАЩИТЫ

А. О. КОРОТЕЕВ, В. П. КУЛИКОВ, В. П. ДОЛЯЧКО
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

При сварке сталей, имеющих сложную систему легирования, определяющую их уникальные свойства, например, высокопрочных микролегированных сталей, важным вопросом технологии является правильный выбор сварочных материалов. В большинстве случаев, для обеспечения необходимого уровня механической прочности сварного соединения, наплавленный металл сварного шва должен обладать соответствующим химическим составом, определяющим его структуру и свойства. Это, как правило, обеспечивается химическим составом присадочных материалов с учетом коэффициентов перехода элементов и геометрией кромок до сварки, определяющих долю участия основного и наплавленного металла.

Наиболее распространенным способом сварки рассматриваемых сталей является дуговая сварка плавящимся электродом в среде защитных газов. В качестве защитной атмосферы при сварке, как правило, применяются различные смеси на основе инертных газов, что не только благоприятно сказывается на технологических характеристиках дуги и механических свойствах сварных соединений, но и позволяет проводить комплексное легирование наплавленного металла шва без существенных потерь легирующих элементов на окисление в дуговом промежутке (в отличие, например, от сварки в углекислом газе). Однако такие газовые смеси являются дорогостоящими, что ограничивает их применение на отечественных предприятиях.

Авторами предлагается для сварки микролегированных высокопрочных сталей типа S690QL использовать комбинированный способ газовой защиты зоны горения дуги, сущность которого заключается в независимой подаче компонентов газовой смеси в виде двух концентричных газовых струй. При этом поток газа функционально разделяется на два коаксиальных потока. Внутренний поток состоит из чистого аргона. Наружный кольцевой поток состоит из углекислого газа. Такая схема подачи компонентов является малоисследованной, но, в то же время, позволяет существенно снизить расход дорогостоящего аргона.

Однако, в силу того, что формирующаяся защитная атмосфера, состоящая из аргона, подаваемого по центральному каналу сопла в некотором смешении с углекислым газом из кольцевого канала, является переменной по своему составу как по сечению газового потока, так и при увеличении рас-

стояния от среза сопла, анализ технологических характеристик процесса, а, в частности, интересующего нас коэффициента перехода элементов, затруднен и будет отличаться от сварки в однородном потоке газа.

Ранее были проведены исследования, направленные на оптимизацию расхода компонентов, с точки зрения минимизации потерь, электродного металла на разбрызгивание. Однако этого недостаточно для комплексной оценки преимуществ рассматриваемого способа газовой защиты, применительно к сварке сталей, имеющих сложную систему легирования.

В связи с этим, авторами проведен ряд экспериментальных исследований по определению коэффициента перехода легирующих элементов из сварочной проволоки в наплавленный металл сварного шва. Сущность экспериментов заключалась в наплавке валиков на пластины и химическом анализе наплавленного металла. При проведении экспериментальных исследований в качестве основного критерия, оказывающего влияние на значение коэффициента перехода элементов из проволоки в наплавленный металл сварного шва, являлся расход аргона, подаваемого по центральному каналу сопла. По результатам проведенных исследований, а также микрометаллографическим снимкам сварных соединений определены оптимальные расходы компонентов комбинированной газовой защиты, обеспечивающие сохранение элементов микролегирования и, как следствие, высоких механических свойств сварных соединений.

Авторами разработана и приведена конструкция блок-формы опалубки для возведения плит монолитного ленточного фундамента (рис. 2).

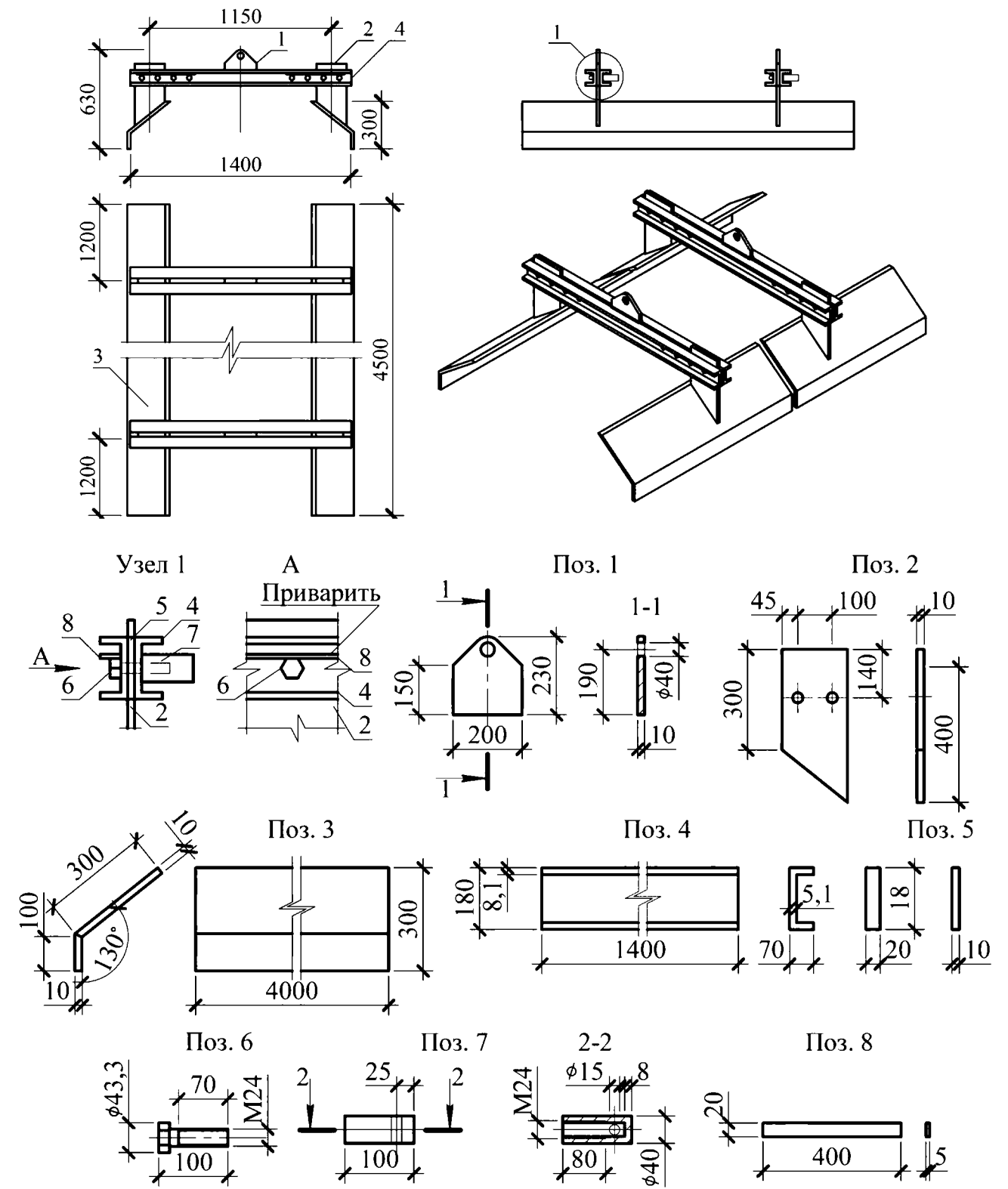


Рис. 2. Конструкция блок-формы опалубки для возведения плит монолитных ленточных фундамента

И. Л. ОПАНАСЮК, А. М. РОВСКИЙ

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

Для возведения ленточных фундаментов применяются различные типы: сборный, монолитный и сборно-монолитный. Для сокращения сроков строительства эффективнее применять монолитный вариант. Для более эффективного возведения монолитного варианта фундаментов необходимо улучшить технологические решения с применением усовершенствованной опалубки фундаментов.

При одинаковом количественном составе исполнителей, трудоемкость на устройство ленточного фундамента составляет:

- в сборном варианте 746,22 чел.-час;
- в сборно-монолитном варианте 711,92 чел.- час;
- в монолитном варианте 575,00 чел.-час.

Продолжительность работ составляет:

- в сборном варианте 11 дней;
- в сборно-монолитном варианте 9,5 дней;
- в монолитном варианте 8 дней.

Сборные железобетонные элементы ленточных фундаментов монтируют по существующей технологии. Стены сборно-монолитного и монолитного фундаментов возводят с применением инвентарной крупнощитовой опалубки и опалубочных систем, применяемых в Республике Беларусь. Возведение монолитных фундаментных плит предусмотрено по нетрадиционной технологии с применением, разработанной конструкции блок-формы, приведенной в табл. 1.

Технико-экономические показатели возведения трех вариантов фундамента приведены в виде гистограммы (рис. 1).



Рис. 1. Технико-экономические показатели вариантов производства работ

М. А. КУЗНЕЦОВ, Е. А. ЗЕРНИН, *В. И. ДАНИЛОВ, *Г. В. ШЛЯХОВА
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (филиал)

*«ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ СО РАН»

Юрга, Томск, Россия

На практике для управления структурообразованием и механическими свойствами сварных соединений [1] используется намеренное введение в расплав тугоплавких частиц для увеличения числа центров индуцированной кристаллизации, которое приводит к измельчению зерна при затвердевании. Такой прием применяется и для измельчения структурных составляющих наплавляемого металла [2]. Введение непосредственно в сварочную ванну нанодисперсных металлических и неметаллических порошков-модификаторов повышает эффект управления микроструктурой.

В сварных соединениях коррозионно-стойких сталей, вследствие высокой электрохимической гетерогенности, обусловленной неоднородностью химического состава металла шва, структуры, свойств и напряженного состояния происходят наиболее интенсивные коррозионные разрушения, по сравнению с основным металлом. Основные трудности свариваемости данных сталей обусловлены многокомпонентностью их легирования и разнообразием условий эксплуатации сварных конструкций. Главной и общей особенностью сварки является склонность к образованию в металле шва и околошовной зоне горячих трещин, имеющих межкристаллитный характер [3]. Для повышения стойкости сварных соединений по отношению к коррозионному износу, необходимо применять комплексный подход, включающий создание и освоение новых методов восстановления работоспособности оборудования [4–6].

В данной работе для проведения исследований использовались наномодификаторы (Al_2O_3 , W, Mo), полученные методом ЭВП [7]. В состав экспериментальной установки входили: сварочная головка ГСП-2, укомплектованная устройством [8]; источник питания ВС-300Б. Для наплавки образцов из стали 12Х18Н10Т применяли сварочную проволоку 12Х18Н9Т диаметром 1,2 мм.

Анализ исследования показал, что наплавленный металл можно разделить на три слоя, структура которых существенно различна (слой полиэдрических зерен, слой неориентированных дендритов, слой ориентированных

дендритов). Процесс травления происходил не по границам зерен, а по всей плоскости зерен. Оценка склонности к межкристаллитной коррозии производилась путем определения количества зерен с четко выявленными границами, ширина которых могла достигать 30 мкм.

Выводы.

1. Наиболее четко слой полиэдрических зерен наблюдается в образце с добавлением наномодификатора W. Слой ориентированных дендритов в образцах с добавлением W и Al₂O₃ занимает меньше половины толщины наплавленного металла. Слой неориентированных дендритов наиболее широк в образце с добавлением Al₂O₃. Более равновесная структура по размеру дендрита достигается с применением наноструктурированного порошка Al₂O₃.

2. Природа наномодификаторов влияет на коррозионную стойкость сварных соединений. Самые коррозионностойкие образцы получены при использовании наномодификаторов Mo и W. Самые тонкие границы зерен были обнаружены у образца, в который при сварке добавлялся наномодификатор W.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколов, Г. Н. Влияние нанодисперсных карбидов WC и никеля на структуру и свойства наплавленного металла / Г. Н. Соколов, А. С. Трошков, И. В. Лысак // Сварка и диагностика. – 2011. – № 3. Материаловедение. – С. 36–38.
2. Соколов, Г. Н. Модифицирование структуры наплавленного металла нанодисперсными карбидами вольфрама / Г. Н. Соколов, И. В. Лысак, А. С. Трошков // Физика и химия обработки материалов. – 2009. – № 6. – С. 41–47.
3. Коломийцев, Е. В. Коррозионно усталостная прочность тавровых соединений стали 12X18H10T и методы ее повышения / Е. В. Коломийцев // Автоматическая сварка. – 2012. – № 12. – С. 41–43.
4. Сараев, Ю. Н. Оценка производительности и качества выполнения ремонтно-восстановительных работ оборудования из стали типа 12X18H10T / Ю. Н. Сараев, Ю. В. Селиванов // Сварочное производство. – 2011. – № 1. – С. 17–22.
5. Александров, А. Г. Коррозионная стойкость сварных соединений хромоникелевых сталей в щелочных средах (обзор) / А. Г. Александров // Сварочное производство. – 1990. – № 5. – С. 12–13.
6. Сафонов, А. Н. Структура и коррозионная стойкость сварных соединений сталей аустенитного класса после лазерной обработки поверхности / А. Н. Сафонов, Р. Д. Радченко // Сварочное производство. – 1998. – № 7. – С. 5–9.
7. Яворовский, Н. А. Получение ультрадисперсных порошков методом электрического взрыва / Н. А. Яворский // Изв. вузов. Физика. – 1996. – № 4. – С. 114–136.
8. Application of nanostructured powders to control characteristic of electrode metal transfer and the process of weld structurization / М. А. Kuznetsov // Applied Mechanics and Materials. – 2013. – Vol. 379. – P. 199–203.

Наряду с технологическими решениями по производству штукатурных работ следует уделить особое внимание повышению качества устройства каменных поверхностей стен и перегородок. Допустимое отклонение толщины конструкций стен равно ± 15 мм, а отклонения поверхностей и углов кладки от вертикали на один этаж составляет 10 мм. Предельные отклонения от номинальных размеров, геометрической формы кирпича и камня силикатного по длине, толщине и ширине составляют ± 2 мм. Для кирпича и камня керамического: по длине ± 5 мм; по ширине ± 4 мм; по толщине ± 3 мм. Для блоков из ячеистых бетонов: при кладке на растворе номинальные отклонения по высоте, длине и толщине составляют ± 3 мм; при кладке на клею отклонения по высоте составляют ± 1 мм, а по длине и толщине ± 2 мм.

Анализируя приведенные данные по нормативным предельным отклонениям от номинальных размеров и геометрической формы мелкоштучных каменных материалов, можно сделать вывод о том, что, при возведении каменных конструкций, существуют значительные резервы повышения качества работ за счет соблюдения нормативных отклонений поверхностей стен и перегородок. Анализ допусков по толщине стен показывает, что рекомендуемый плюсовой допуск по толщине стен должен быть не более 10 мм, как и для отклонений поверхностей и углов кладки от вертикали на один этаж. Качественная (ровная) поверхность позволяет уменьшить число технологических операций и использовать современные высокопроизводительные штукатурные станции и шпаклевочные агрегаты для производства штукатурных работ.

Применяя предложенные технологические решения в теоретическом исследовании по оптимизации технологических процессов производства штукатурных работ, авторам удалось положительным образом повлиять на технико-экономические показатели и отразить их в гистограмме технико-экономических показателей (рис. 1).

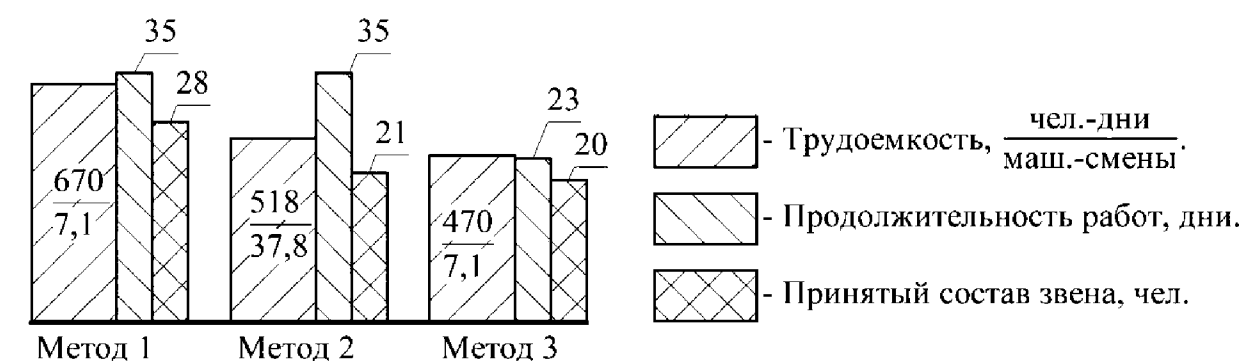


Рис. 1. Техничко-экономические показатели производства работ

УДК 693.6
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ СПОСОБОВ
ПРОИЗВОДСТВА ШТУКАТУРНЫХ РАБОТ

И. Л. ОПАНАСЮК, И. А. РЕУТСКИЙ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В зависимости от назначения здания, количества выполняемых операций и требований, предъявляемых к отделочным работам, различают три вида штукатурного покрытия: простое, улучшенное и высококачественное. Данные виды работ выполняются вручную, полумеханизированным способом и механизированным способом. В качестве предмета исследования улучшенного оштукатуривания были выбраны полумеханизированный способ (табл. 1, метод 1), механизированный способ (табл. 1, метод 2) и механизированный способ с применением метода шпатлевания (табл. 1, метод 3).

Табл. 1. Перечень технологических операций и методов их выполнения при улучшенном оштукатуривании поверхности

Технологические операции	Методы производства и средства механизации		
	Метод 1	Метод 2	Метод 3
Подготовка поверхностей под оштукатуривание	вручную, средства малой механизации		
Провешивание поверхностей			
Установка маяков			
Нанесение обрызга	вручную при площади до 5 м ²		
	механизировано с применением метода соплования и подачи раствора с помощью растворонасосов (штукатурных станций)		
Нанесение грунта	вручную при площади до 5 м ²		
	механизировано с применением метода соплования и подачи раствора с помощью растворонасосов (штукатурных станций)		
Разравнивание нанесенного грунта	вручную при площади до 5 м ²		
Нанесение накрывочного слоя и затирка	вручную	перетирка затирочными машинами	шпатлевание поверхностей с применением средств механизации
Отделка откосов и заглашин	вручную		

УДК 621.791.
О ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ РЕЛЬЕФНЫХ СВАРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ С НЕПОЛНЫМ РАСПЛАВЛЕНИЕМ РЕЛЬЕФА

А. Ю. ПОЛЯКОВ, С. М. ФУРМАНОВ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

При контактной рельефной сварке нахлесточных соединений, состоящих из двух листовых заготовок, основным геометрическим параметром, определяющим их прочность, является диаметр литого ядра. В ГОСТ 15878-79 «Контактная сварка. Соединения сварные. Конструктивные элементы и размеры» приведены рекомендуемые диаметры литого ядра, которые обеспечивают прочность рельефных соединений из деталей конкретной толщины. При этом в ГОСТе указано, что величина проплавления деталей для соединений из всех металлов и сплавов, кроме титановых и магниевых, может составлять 20–80 % от толщины соответствующей свариваемой детали. Таким образом, в данном стандарте подразумевается, что прочное рельефное сварное соединение может быть получено и без значительного проплавления металла каждой из деталей. В схеме процесса рельефной сварки, возможно, скрыт значительный резерв экономии электроэнергии, потребляемой контактной машиной, за счет использования соединения в твердой фазе. Однако сведения о практической реализации подобного технологического процесса сварки в литературе практически отсутствуют.

Ранее авторами был разработан способ контактной рельефной сварки, который отличается от известных способов тем, что импульс сварочного тока задается многоступенчатым, а длительность его протекания на каждой из ступеней определяется достижением фактической электрической энергии, вводимой в межэлектродную зону расчетных значений, вычисляемых по уравнению теплового баланса.

Было установлено, что если на первой стадии процесса сварки в межэлектродную зону ввести 5–10 % от расчетного количества энергии при токе, равном 50 % от расчетного значения (подогрев), а затем на второй стадии ввести вместо положенных 90–95 % энергии при расчетном токе (в соответствии с требованием максимальной жесткости режима), например, 50–60 % энергии при токе, равном 90 % от расчетного, то это обеспечит меньшее проплавление металла каждой из деталей. Однако при этом рельеф полностью не деформируется. Для этого на третьей стадии процесса авторами было предложено: в момент выключения сварочного тока прикладывать к свариваемым деталям повышенное усилие проковки, что обеспечит дополнительную деформацию рельефа и повысит прочностные характеристики соединения.

УДК 621.791.763.1
ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИН КОМПЬЮТЕРНОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТУДЕНТАМ, ОБУЧАЮЩИМСЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ
СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

А. Н. СИНИЦА, М. Ж. СОЛОДКОВ, М. А. СИНИЦА
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Общеизвестно, что проектирование в машиностроении последние 20–25 лет ведется с применением компьютерных технологий. Примерно такой же период времени в учебных планах машиностроительных специальностей присутствуют дисциплины, связанные с компьютерным проектированием. В связи с тем, что технологии CAD/CAE/CAPP постоянно развиваются, вопросы особенностей преподавания соответствующих дисциплин в ВУЗах остаются актуальными и постоянно обсуждаются в печати и на страницах интернет-порталов.

Основными целями преподавания являются: формирование у студентов профессионального подхода к проектированию, а также приобретение теоретических знаний и практических навыков использования программных продуктов САПР, как инструмента создания проектно-конструкторской и технологической документации, востребованных на предприятиях современного машиностроения.

В связи с тем, что инженер по специальности «Оборудование и технологии сварочного производства» это конструктор сборочно-сварочной оснастки и технолог, логично выделить следующие направления его компьютерной подготовки. Автоматизация проектирования приспособлений и инструмента, а также технологической документации.

Качественная подготовка современного инженера может быть реализована только на основе комплексного подхода к освоению информационных технологий, в основу которого положена сквозная система обучения студентов с использованием CAD/CAM/CAE/PDM систем. На практике данный подход следует начинать с первого курса. Студенты параллельно с изучением классического черчения должны знакомиться с современными средствами 2D и 3D моделирования. Затем эти знания студенты используют при изучении общетехнических дисциплин. Причем 2D-черчение должно использоваться только как инструмент оформления чертежей. Логическим завершением этого процесса является использование систем САПР на выпускающей кафедре при подготовке курсовых и дипломных проектов. Основной упор должен быть направлен на 3D моделирование, инженерные расчеты и проектирование технологической документации.

ций, существенно уменьшить размеры поперечного сечения при замене стержневой арматуры на стальную фибру. Совмещение технологических операций приготовления бетонной смеси и ее армирования, в конечном итоге, приводит к снижению трудоемкости изготовления конструкций на 25–30 % и экономии строительных материалов. При использовании сталефибробетона уменьшается время на монтаж арматуры, так как фибра может быть добавлена как на бетонном заводе, так и непосредственно в миксер на стройплощадке (время перемешивания – 5–15 минут), однако и более длительное перемешивание, при правильно подобранном составе, не ведет к образованию комков.

Зарубежный опыт применения сталефибробетона в строительстве зданий и сооружений подтвердил эффективность его применения при возведении монолитных полов промышленных зданий, обделки тоннелей метро, взлетно-посадочных полос аэродромов, автомобильных дорог, резервуаров и бассейнов, банковских хранилищ, при производстве сборных железобетонных изделий, изготовлении напорных и безнапорных труб, элементов стеновых панелей и плит перекрытий, железнодорожных шпал, дорожных плит, бортовых элементов дорог, малых архитектурных форм и других эффективных изделий.

В Республике Беларусь сталефибробетон применяется, в основном, при возведении монолитных полов и дорожных покрытий, а также отдельных сборных железобетонных изделий. Выпуск стальной фибры в республике организован на предприятиях РУП «БМЗ» и ОАО «Танис». Проектирование и изготовление сталефибробетонных конструкций осуществляется по предварительным стандартам и отдельным рекомендациям, как правило, эти работы, в основном, осуществляются по «Рекомендациям по проектированию и изготовлению строительных сталефибробетонных конструкций и технологии производства сталефибробетона с применением стальной фибры» при научно-техническом сопровождении РУП «Институт БелНИИС». Кроме стальной фибры РУП «БМЗ» и ОАО «Танис» в республике также активно применяется стальная фрезерованная фибра ЗАО «Курганстальмост» (РФ, г. Курган), эксклюзивным представителем ЗАО «Курганстальмост» в Республике Беларусь является ООО «Бау Максима» (г. Гомель).

Ю. Г. МОСКАЛЬКОВА, Г. Ф. ПЕНИНА

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

В общей структуре производства строительной продукции бетон и железобетон в настоящее время занимают приоритетное место. Основной тенденцией в развитии этих материалов является постепенное замещение обычных традиционных бетонов многокомпонентными. В таких бетонах могут использоваться до нескольких химических и реакционно-активных компонентов природного, техногенного и искусственного происхождения.

Новое время диктует правила использования и внедрения новых конструктивных строительных материалов в совокупности с новыми технологиями.

Результаты обширных исследований отечественных и зарубежных специалистов показали, что введение в бетон стальных волокон (фибр) позволяет создать новый материал. Получаемый при этом композит - сталефибробетон имеет более высокие физико-механические характеристики, превышающие параметры исходного бетона.

Сталефибробетон имеет в несколько раз более высокие:

- прочность на срез;
- прочность на изгиб;
- ударную и усталостную динамическую прочность;
- трещиностойкость;
- вибрационную устойчивость;
- вязкость разрушения;
- морозостойкость;
- водонепроницаемость.

В отличие от полипропиленовой фибры, которая улучшает некоторые характеристики бетона в первоначальный период набора им прочности, стальная повышает его характеристики при эксплуатации, выполняя силовые функции.

Прочность стальной фибры на растяжение составляет 500 МПа и более. Фибра может быть изготовлена из различных видов стали с покрытием либо без него. Расход стальной фибры варьируется от 25 до 240 кг на 1 м³ бетона в зависимости от вида и назначения конструкции. Стальная фибра, будучи хорошо перемешана, представляет собой современный композитный материал, в определенных условиях способный заменить арматуру.

Бесспорным преимуществом сталефибробетона является возможность при сохранении расчетной несущей способности железобетонных конструк-

С. А. СТАЛЕНКОВ, А. Г. ЛУПАЧЕВ

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

Основным направлением в развитии теплоэнергетической отрасли является повышение эффективности сжигания углеводородного топлива и уменьшение тепловых и вредных выбросов в атмосферу за счет увеличения экономичности и удельной мощности энергоблоков и переходу на сверхкритические параметры пара.

В настоящее время в Республике Беларусь используются энергоблоки с применением острого пара с температурой до 650 °С и давлением до 35 МПа, при соответствующем увеличении КПД до 45–48 %. Для работы в таких условиях применяются жаропрочные высокохромистые стали с содержанием хрома от 9 до 10 %.

Эти стали имеют высокое сопротивление ползучести, относительно низкую стоимость и обеспечивают высокую экономическую эффективность их использования, однако ввиду высокой чувствительности сталей данного класса к термическому циклу сварки возникают определенные трудности, такие как охрупчивание, холодные трещины. Стали данного класса склонны к закалке в околошовной зоне, поэтому сварка производится с обязательным предварительным подогревом, величина которого рассчитывается по обычной методике. При этом ориентируются на вторую критическую скорость охлаждения.

Традиционные режимы термической обработки не позволяют обеспечить достаточную работоспособность сварных соединений из сталей данного класса. При такой термической обработке сварной шов приобретает грубую ферритно-карбидную структуру.

В данной работе, авторами предложен режим термической обработки, позволяющий предотвратить образование трещин и повысить работоспособность сварного соединения.

Предложенный режим термической обработки отличается от традиционного тем, что послесварочную термическую обработку ведут не с температуры предварительного подогрева, а охлаждают сварное соединение на спокойном воздухе до 100–120 °С. После чего производят основную термическую обработку.

Подстуживание необходимо для успокоения структур, для прохождения мартенситного превращения с последующим отпуском до получения сорбита. С помощью предложенной технологии получаем равнопрочное сварное соединение и обеспечиваем жаропрочность.

Е. А. ФЕТИСОВА, А. Г. ЛУПАЧЕВ

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

При рассмотрении вопроса сварки разнородных сварных соединений интерес вызывают диффузионные процессы, которые приводят к образованию химической и структурной неоднородности в зоне сплавления. Их наличие обуславливается, в первую очередь, диффузией углерода, карбидообразующих и легирующих элементов, таких как хром, по содержанию которых отличаются основной и наплавленный металлы. Наиболее подвижным элементом является углерод, массоперенос которого через линию сплавления может привести к образованию обезуглероженной прослойки со стороны основного металла и науглероженной прослойки за зоной сплавления со стороны сварного шва. Науглероженная прослойка может быть мартенситной, мартенситно-аустенитной, аустенитно-карбидной в зависимости от состава примыкающей части основного металла сварного соединения. Такое изменение структурного состояния зоны сплавления приводит к резкому скачкообразному изменению свойств на участке очень малой протяженности. При этом обезуглероженная прослойка является разупрочненной, а науглероженная зона характеризуется повышенной хрупкостью.

Перераспределение углерода в зоне сплавления обусловлено рядом причин. Одной из таких причин является различие его термодинамической активности в основном металле и металле шва сварного соединения, которая определяется температурой и содержанием легирующих элементов в свариваемых сталях. Направление перемещения определяется разницей концентраций легирующих элементов в сварных соединениях, независимо от того сколько углерода содержится в них. Причем диффузия углерода может происходить в сталях с наименьшим его содержанием.

В случае наличия в стали легирующих элементов, обладающих большим сродством с углеродом, чем железо, например, марганец, хром, молибден, вольфрам, ванадий и др., его термодинамическая активность существенно снижается по причине образования карбидов. Причем наиболее сильное влияние на её снижение оказывает хром.

В исследуемом фрагменте технологического трубопровода, изготовленного из теплоустойчивой перлитной стали 15Х5М, сварные соединения выполнены аустенитными электродами, было установлено, что на линии сплавления со стороны аустенитного металла шва (науглероженной зоне) образовалась сплошная прослойка карбидов хрома, которая способствует

Для связывания сероводорода, выделение которого возможно при разложении сульфидов, содержащихся в пробе бетона, в раствор соляной кислоты вводят сульфат меди.

В настоящее время все чаще находит применение метод инфракрасной (ИК) спектроскопии. Спектры обусловлены переходами между колебательными энергетическими состояниями или, с колебаниями атомных ядер относительно равновесных положений, и определяются строением молекулы. ИК-спектроскопия используется для качественного, полуколичественного и количественного анализа.

С помощью приборов, обладающих высокой разрешающей способностью, оказывается возможным различить тонкую структуру спектров, состоящих из ряда полос поглощения или пропускания.

Для исследования бетона как строительного материала, в данной работе, использовали прибор ИнфраЛЮМ ФТ-02. Широкий диапазон излучений позволит получить максимально полезную информацию. Инфракрасный фурье-спектрометр ИнфраЛЮМ ФТ-02 предназначен для регистрации спектров поглощения или пропускания жидких, твердых и газообразных веществ в средней инфракрасной области, в диапазоне от 400 до 6300 см⁻¹. Для получения достоверной информации о спектре использовали не калий бромную матрицу, а матрицу на основе полиэтилена, не взаимодействующую с углекислым газом и парами воды воздуха. Матрица на основе полиэтилена позволяет контролировать дисперсность частиц. Она практически сепарирует частицы по крупности, обеспечивая их размер меньше 25 мкм.

Метод ИК-спектроскопии является высокоинформативным, особенно для исследования и анализа сырья, строительных материалов и изделий, включающих природные отложения. ИК-спектры содержат информацию не только об отдельных химических связях и группах, но и структурных особенностях и модификациях веществ.

В. С. МИХАЛЬКОВ, А. В. ВОЙТЕНКОВА, А. Д. ГАВРИЛЕНКО
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

От качества цемента зависит не только прочность, но и другие свойства бетона, в первую очередь, такие как морозостойкость, трещиностойкость и др. Основными потребителями цемента являются производители бетонных смесей и железобетонных изделий. Нарушение свойств цемента вызывает серьезные нарушения свойств бетона или изделий и приводит к изменению внутренней структуры бетона, изменению сроков схватывания и твердения, и в конечном итоге, снижению безопасности построенных сооружений.

Наряду с безответственностью отдельных производителей бетона, выпускающих заведомо некачественный продукт, производители бетона могут стать заложниками поставки некачественного цемента. Это объясняется тем, что сегодня не существует репрезентативных экспресс-методов определения качества цемента и результат применения того или иного цемента можно увидеть лишь спустя несколько дней.

В настоящее время не разработан универсальный единый метод определения степени карбонизации материалов, способных подвергаться действию углекислого газа с образованием карбонатов. В Республике Беларусь действует государственный стандарт СТБ 1481-2004 «Бетоны конструкций мостовых сооружений. Метод определения степени карбонизации». Метод предназначен для химического определения степени карбонизации тяжелых бетонов, изготавливаемых на бездобавочном портландцементе и применяемых для изготовления монолитных и сборных железобетонных конструкций мостовых сооружений на автомобильных дорогах.

По этому стандарту степень карбонизации бетона характеризуют содержанием химически связанного цементным камнем диоксида углерода (CO_2) в виде карбонатов кальция (магния) в исследуемой пробе бетона.

Метод определения степени карбонизации бетона, в соответствии с настоящим стандартом, основан на растворении навески, отобранной из средней аналитической пробы бетона, в соляной кислоте и поглощении выделяющегося при этом диоксида углерода раствором гидроксида натрия. Карбонат-ион выделяют в осадок добавлением хлорида бария в соответствии с реакцией: $\text{Ca}(\text{Mg})\text{CO}_3 + \text{BaCl}_2 = \text{BaCO}_3 + \text{Ca}(\text{Mg})\text{Cl}_2$.

Остаток свободного гидроксида натрия титруют соляной кислотой до изменения окраски индикатора – фенолфталеина.

охрупчиванию зоны сплавления и приводит к разрушению сварного соединения.

Образование карбидов хрома связано с взаимной диффузией атомов углерода из перлитной стали основного металла и атомов хрома из аустенитного шва. Так как углерод обладает большим сродством с хромом, чем с железом, он стремится «закрепиться» у атомов хрома, и активность углерода к перемещению понижается. Тем самым образуются стойкие карбиды Cr_{23}C_6 .

Исследуемое сварное соединение было выполнено по, так называемой, аустенитной технологии. Применение такой технологии при сварке теплоустойчивых сталей позволяет снизить скорость диффузии углерода через линию сплавления сварных соединений за счет содержания в электродах никеля, который повышает активность углерода в аустенитном шве и, тем самым, препятствует дальнейшей его диффузии. Это снижает вероятность образования неоднородностей на линии сплавления сварного соединения и, следовательно, снижает вероятность его разрушения. Однако, несмотря на применение аустенитной технологии сварки, в результате длительного срока эксплуатации и циклических температурных нагрузок, по линии сплавления образовалась трещина, которая вызвала выход из строя технологического трубопровода.

С целью придания работоспособного состояния технологического трубопровода, авторами предлагается технология, основанная на возможности остановки трещины за счет использования сварочных материалов с высокой энергией зарождения и развития трещины. После применения данного технологического решения сварное соединение проработало еще три года, однако, трещина снова начала развиваться по линии сплавления.

Анализируя поведение сварного соединения при дальнейшей эксплуатации трубопровода, а также повторное образование и развитие трещины по линии сплавления, можно сделать вывод о том, что повышать содержания никеля в аустенитных электродах, вплоть до перехода к аустенитным сплавам на никелевой основе, не всегда рационально. Особенно это касается сталей легированных карбидообразующими элементами (Cr, V, Ti, Nb и др.), сильно снижающими активность углерода.

Повысить работоспособность сварных соединений из разнородных сталей можно за счет перестаривания основного металла.

Применение перед сваркой процесса перестаривания позволит избежать диффузии углерода из основного металла в сварной шов за счет образования в нем стойких карбидов хрома, и, тем самым, предотвратит образование охрупчивания зоны сплавления сварного шва, что снизит вероятность разрушения сварного соединения.

О РЕГУЛИРУЕМОМ ВВЕДЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ЗОНУ РЕЛЬЕФНОЙ СВАРКИ НАХЛЕСТОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЛИЦЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

С. М. ФУРМАНОВ, А. Ю. ПОЛЯКОВ

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

На заводах при осуществлении технологического процесса контактной точечной и рельефной сварки нахлесточных соединений, состоящих из двух деталей, сталкиваются с проблемой возникновения углубления на лицевых поверхностях изделий. Особенно сильно это проявляется, например, при сварке листового металла из нержавеющей стали толщиной 1,5–2 мм в лифтостроении, где предъявляются повышенные требования к качеству лицевых поверхностей. Интенсификация процесса нагрева металла в контактах «электрод-деталь» приводит также к возникновению цветов побежалости на поверхности соединений.

В ряде случаев, наличие деформаций и цветов побежалости на лицевых поверхностях готового изделия непосредственно после сварки вызывает необходимость использования дополнительных операций травления, шлифовки, полировки и т. д., что увеличивает материальные затраты и, соответственно, себестоимость изготовления единицы выпускаемой продукции.

Современные регуляторы контактных сварочных машин даже в режиме модуляции обеспечивают, преимущественно, крутонарастающие импульсы сварочного тока, которые вводят электрическую энергию в межэлектродную зону, и, в частности, в сварочные контакты «электрод-деталь», скачкообразно. При сварке уже в первые 3–5 периодов сетевого напряжения сопротивление межэлектродной зоны может уменьшиться в 3–4 раза по сравнению с начальным холодным сопротивлением контактов. При этом перегрев в зонах контактов «электрод-деталь» неизбежен, что и вызывает ухудшение качества лицевых поверхностей.

Для решения указанной проблемы предложено использовать систему автоматического регулирования длительности протекания сварочного тока при контактной рельефной сварке на основе стабилизации электрической энергии, вводимой в межэлектродную зону путем задания многоступенчатого импульса сварочного тока.

Это обеспечит уменьшение крутизны нарастания импульса сварочного тока в первые периоды сварки и более плавный нагрев металла в контактах «электрод-деталь», что снизит вероятность возникновения деформаций и цветов побежалости на лицевых поверхностях соединения.

Эту задачу может решить концептуальный анализ, который уже много лет успешно используется в интересах капитального строительства и других отраслей народного хозяйства. Основная идея состоит в том, чтобы, порвав с традициями, сложившимися в области оценки эффективности капитального строительства, заново постулировать общее понятие эффективности как оценки межсубъектного отношения.

Предлагается эффективность трактовать как меру субъект-субъектных отношений. Эта идея не является новой. Еще в 80-х годах подчеркивалось, что эффективность "отражает присущие конкретной экономике конкретные ситуации. Нет конфликта - нет и эффективности". Однако замена представлений о конфликте на представления о субъект-субъектных отношениях является в научном плане весьма продуктивной, поскольку позволяет последовательно развить целостную систему теоретических представлений, и, следовательно, ведет к практически значимым выводам.

Помимо прямых отношений между субъектами, опыта иностранных строительных производств, знаний прошлых лет, необходимо дать обоснованный математически и экономически ответ на вопрос: «Какие основные факторы влияют на эффективность строительного производства Республики Беларусь?»

Данные министерства статистики Республики Беларусь по строительной отрасли и капитальному строительству, начиная с 1990г. и по настоящее время, дадут исходный материал для изучения и мониторинга факторов, влияющих на строительное производство. К таким данным можно отнести ежегодные квадратуры жилых и промышленных площадей, объемы подрядных работ и инвестиций и другие данные.

Изучив ряд литературы по вопросу эффективности строительной отрасли, автор пришел к выводу, что наиболее влияющим фактором будет объем инвестиций, вливающийся в строительство. Ведь именно основная доля инвестиций в Республике Беларусь направлена в строительство коммерческой и жилой недвижимости. Строительство не прекращается даже во время кризиса и экономических неурядиц.

Методом корреляционно-регрессионного анализа можно определить основные факторы, влияющие на эффективность строительной отрасли в целом. Данный метод исследования определит по официальным статистическим данным, какой фактор наиболее достоин внимания: объем инвестиций в строительство, доля затрат ВВП, численность рабочих и ИТР, занятых в строительном процессе, рентабельность строительной организации, степень износа основных фондов в строительстве и др.

Ю. А. ЦУМАРЕВ, Т. С. ЛАТУН, Е. В. ИГНАТОВА

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

В практике пайки стыковые соединения не нашли широкого применения из-за низких показателей механической прочности. Для соединения стержней, обычно, применяют соединение телескопического типа, основой которого является соединительная муфта, охватывающая каждый из соединяемых стержней. Недостатком такого соединения является его сложность, обусловленная необходимостью точной размерной обработки посадочных поверхностей используемых деталей – муфты и стержней.

По мнению авторов, при конструировании специалистами не учитывается большое преимущество паяных соединений стыкового типа, основанное на эффекте контактного упрочнения материала мягкой прослойки паяного шва. В результате контактного упрочнения его предел прочности на растяжение оказывается в 2...4 раза выше, чем у такого же материала в нахлесточном соединении, работающем на срез. Весьма перспективно использование паяных стыковых соединений круглых стержней при работе их в условиях кручения либо изгиба, т.к. увеличение диаметра в стыке деталей приводит к резкому снижению рабочих напряжений. Например, при кручении величина максимальных касательных напряжений определяется по формуле:

$$\tau_{\partial\partial} = \frac{M_{\partial\partial}}{W} = \frac{16M_{\partial\partial}}{\pi d^3},$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент, $W = \pi d^3/16$ – полярный момент сопротивления сечения стыка.

Таким образом, при конструировании паяных соединений, работающих на изгиб либо кручение, в ряде случаев, увеличение диаметра может оказаться более эффективным, чем применение соединительных муфт. В данной работе предложены конкретные конструкции паяных стыковых соединений, имеющих расширения в области спая, а также приведены результаты расчета их напряженно-деформированного состояния, подтверждающие отсутствие резкой концентрации напряжений в предложенных конструкциях. Результаты испытаний показали возможность получения равнопрочных соединений стальных стержней при использовании легкоплавких припоев системы Sn-Pb-Cd.

заполнителя и цементного камня до уровня, соответствующего нижней границе микротрещинообразования $\eta_{crс}^0$.

При превышении уровня $\eta_{crс}^0$ наблюдается интенсивное увеличение длины, ширины раскрытия и числа контактных микротрещин, что приводит к появлению нелинейного участка на графике зависимости «напряжения – относительные деформации». Эта стадия характеризуется незначительным количеством микротрещин в цементном камне. При достижении верхней границы микротрещинообразования $\eta_{crс}^v$ увеличивается число и суммарная длина комбинированных трещин, возрастает их ширина раскрытия. На этой стадии начинают формироваться ярко выраженные микротрещины в цементном камне.

Результаты проведенных исследований образцов из легкого бетона на керамзитовом песке отражены в табл. 1.

Табл. 1. Характеристики бетона испытанных образцов и статистика их линейных корреляционных зависимостей

Класс бетона	Возраст сут.	$f_{ck, cube}$, МПа	f_{ck} , МПа	$f_{crс}^v$		$f_{crс}^0$		Зависимость	Уравнение, МПа	r	r/m _r
				η	МПа	η	МПа				
8/10	7	8,06	6,4	0,701	2,84	0,448	0,81	Ec(σ)-η	1,262(1-0,0929σ)	-0,9757	64,29
								Ev(σ)-η	10,291(1-0,149σ)	-0,9701	52,03
								Gc-η	0,312(1-0,0125σ)	-0,9841	196,8
	14	8,64	6,88	0,711	3,2	0,424	0,97	Ec(σ)-η	1,119(1-0,078σ)	-0,9639	43,02
								Ev(σ)-η	17,773(1-0,136σ)	-0,8777	12,09
								Gc-η	0,538(1-0,0907σ)	-0,9858	110,8
	28	10,3	8,36	0,769	3,95	0,512	1,34	Ec(σ)-η	2,162(1-0,0938σ)	-0,9799	78,03
								Ev(σ)-η	14,676(1-0,120σ)	-0,9772	68,67
								Gc-η	0,951(1-0,1006σ)	-0,9838	97,12

Статистика линейных корреляционных зависимостей по усредненным показателям для испытанных призм показала, что достоверность линейности корреляционных зависимостей довольно высока (коэффициент корреляции r_x близок к единице, а его достоверность r/m_r значительно больше четырех).

Применение такого керамзитобетона дает ощутимый экономический эффект за счет низкой стоимости компонентов керамзитобетонной смеси – керамзитового песка и керамзитового гравия. Одним из достоинств материала являются его высокие теплоизоляционные свойства, что делает его более предпочтительным при использовании в различных климатических условиях.

УДК 691.32-033.33

ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНОСТЬ ЛЕГКОГО БЕТОНА
НА КЕРАМЗИТОВОМ ПЕСКЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИСПЫТАНИЙ

И. И. МЕЛЬЯНЦОВА, Ю. Г. МОСКАЛЬКОВА, Т. С. САМОЛЫГО
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Применение легкого бетона значительно расширяется, т. к. его использование эффективно не только для наружных ограждений отапливаемых зданий, но и во всех случаях, когда необходимо уменьшить вес конструкций. Особое значение легкий бетон имеет для строительства зданий из крупных панелей и блоков, применение его существенно снижает трудоемкость, вес и стоимость сооружений.

Экспериментальные исследования прочностных и деформативных характеристик легкого бетона проводились на стандартных образцах в виде кубов и призм. В качестве крупного заполнителя использовался керамзитовый гравий фракций 5–10 мм и 10–20 мм с относительной прочностью в цилиндре 2,68 МПа и 1,86 МПа соответственно; в качестве мелкого заполнителя – песок керамзитовый фракции 0–4 мм ОАО «Завод керамзитового гравия» г. Новолукомль» в качестве вяжущего – портландцемент марки М 500 ОАО «Белорусский цементный завод».

Состав керамзитобетонной смеси: Ц:П:Г=1:0,52:1,05 при водоцементном отношении 0,63. Плотность бетона в возрасте 28 суток составила 950 кг/м³.

В ходе проведения испытаний было заформовано 9 кубов с размерами ребра 150 мм, 8 кубов с размерами ребра 100 мм, 10 цилиндров диаметром 150 мм и высотой 310 мм, 12 призм размерами 150×150×600 мм. Для описания кинетики роста бетона во времени образцы испытывались в возрасте 7, 14 и 28 суток.

Испытание призм на кратковременное центральное сжатие проводилось в полном соответствии с требованиями ГОСТ 24452–80. Нагружение призм образцов до их разрушения производилось с постоянной скоростью роста напряжений (0,6±0,2 МПа/с) ступенями, равными 10 % от ожидаемой разрушающей нагрузки. Продольные и поперечные деформации по каждой отдельной призме (по показаниям четырех приборов механического действия) усреднялись. Исключались из расчетов показания, резко отличающиеся от среднего.

Важными характеристиками прочности и деформативности бетона являются пределы верхнего и нижнего микротрещинообразования. При центральном кратковременном сжатии на начальной стадии наблюдается незначительное увеличение числа контактных микротрещин на границе частиц

УДК 621.9

УСТАНОВКА ДЛЯ ДУГОВОЙ НАПЛАВКИ НАКЛОННЫМ
ЭЛЕКТРОДОМ

Д. И. ЯКУБОВИЧ, И. А. ЛИСОВАЯ, И. М. ЛУЖАНСКАЯ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В швах полученных ручной дуговой сваркой покрытыми электродами наблюдается изменение содержания легирующих элементов, как вдоль оси шва, так и от линии сплавления к центральной его части. Получение однородных сварных швов с равномерным распределением химических элементов по его сечению является сложной и актуальной задачей.

Равномерность объема наплавленного металла по длине шва особенно важна при рассмотрении влияния легирующих элементов на механические свойства металла. При однослойной наплавке небольшие отличия по ширине или высоте выпуклости наплавленного слоя могут привести к неоднородности химического состава. Добиться постоянства данных геометрических параметров при ручном способе наплавки, сложно или не возможно. Неравномерность движения электрода вдоль оси шва или колебания руки сварщика приводят к отклонению ширины и высоты шва до нескольких миллиметров. Вследствие данных процессов полученные сварные швы не обладают требуемыми прочностными характеристиками.

С целью минимизации изменения габаритных размеров сварного шва применяли сварку штучными электродами на специально разработанной установке. Устройство состояло из каретки подвижно закрепленной на вертикальной направляющей. К каретке крепился электрододержатель, который под собственной массой опускается по мере плавления электрода. Направляющая устанавливалась на столе где располагалось изделие.

Наплавку производили по принципу падающего электрода на пластины из стали 09Г2С размером 100×150×5 мм, с углом его наклона к изделию 45°. Сила сварочного тока составляла $I_{св} = 75–80$ А, скорость сварки $V_{св} = 12–13$ м/ч, диаметр электрода $dэ = 3$ мм. При наплавке покрытие электрода опиралось на изделие, что обеспечивало постоянную длину дуги. Перед применением электроды прокаливали при температуре 160–180 °С в течение 90 мин. Источником питания служил Minarc-220.

На всей протяженности сварные швы имели размеры: ширина шва 6,9–7,0 мм, высота выпуклости 1,3 мм, глубина проплавления 2,0 мм.

В результате удалось добиться постоянства размеров сварного шва и распределения химических элементов в его объеме. Полученные образцы позволили выявить влияния модифицирующих добавок входящих в состав покрытия электрода на механические свойства наплавленных швов.

В. В. БЕРЕСНЕВ

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

Экскаваторы с телескопическим рабочим оборудованием (экскаваторы-планировщики) в последнее время получают все большее распространение. Основными рабочими движениями их являются выдвижение и втягивание телескопической стрелы при копании, планировании и транспортировании грунта в ковше после экскавации.

Малая габаритная высота экскаваторов с телескопическим рабочим оборудованием позволяет использовать их в труднодоступных местах, в частности, для разработки грунта под мостами, на участках пересечения коммуникаций; для зачистки дна и вертикальных стенок траншей и котлованов; подсыпки и разравнивания грунта под полы и т. д.

Но у них имеются следующие недостатки:

– угол откоса ограничивается максимальным углом поднятия или опускания стрелы;

– высота подъема и глубина опускания зависит от длины выдвижения стрелы.

Автором предлагается конструкция многофункциональной стрелы, представляющая собой комбинацию экскаватора с шарнирно-рычажным и телескопическим рабочим оборудованием, которая расширяет функциональные возможности и область применения машины и позволит машине работать в режиме планировщика, в режиме экскаватора с шарнирно-рычажным рабочим оборудованием и смешанном режиме.

Предлагаемая конструкция представляет собой две телескопические стрелы последовательно соединенные шарниром (стрела и рукоять) (см. рис. 1).

Разработана гидросхема экскаватора с многофункциональной стрелой, которая позволяет управлять гидроцилиндрами выдвижения стрелы и рукояти как совместно так и по отдельности.

Элемент гидравлической схемы управления стрелой представлен на рис. 2.

E. S. MALKIN, N. E. ZHURAVSKAYA

Kiev National University of Construction and Architecture
Kiev, Ukraine

After studying the application of the theory of magnetic water and significant achievements in scientific researches and practical application in building materials production we have proposed technologies of concrete products manufacture using high-frequency electromagnetic devices for magnifying "Ilios", as well as the device "Vulkan" and "Kalmat".

Magnetic water was received on the stand with two devices that can operate independently from each other. The task of the research isto carry out comparative studies of the optimization process of magnetic water according to this technology, field parameters and water-cement ratio of the initial formulation of products. To conduct products research after a certain period of time (28 days) (strength gain) using steaming and without steaming. To consider the effect of magnetic water as an activator, with the use of components to obtain concrete with damaged structure and of various chemical compositions, with various additives.

For the experiment over 200 samples of concrete cubes in two ways, with a working section 70x70 have been made in batches (with or without steaming up to 28 days). The steaming chamber ($t = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$, 6 h) has been used for steaming.

On the 7th day the strength of the samples prepared with the magnetic water is 20...40 % more than the strength of samples prepared with ordinary water. On the 7...11th day samples prepared with the magnetic water gain the same strength as the samples with ordinary water on the 28th day. On the 28th day the strength of the samples prepared with magnetic water is 7...12 % more than that of the samples prepared with plain water.

Our studies confirm the practicability of the magnetic water use as an activator in the production of construction materials, which will let use energy-efficient nanotechnologies in the production. This requires a deep study of complex physical and chemical systems, which is scheduled by the author in the following series of experiments.

The use of water treated with high-frequency electromagnetic fields obtained from devices "Ilios" lets reduce energy consumption during heat treatment of concrete (steaming).

To receive detailed experimental data on the magnetic field of the device "Kalmat" is a subject for further study.

ся исходя из соотношения грузоподъемности транспортного средства и объема кузова в зависимости от плотности перевозимого материала.

Рациональная дальность транспортировки материалов зависит от количества автотранспортных средств и времени цикла каждой единицы транспорта. С увеличением количества автотранспорта рациональная дальность транспортировки будет расширяться за счет увеличения времени непрерывной работы ведущей машины. Как только дорожная фреза останавливается, начинают возрастать затраты на производство единичной продукции, что значительно увеличивает стоимость выполняемых работ. Однако постоянный рост количества автотранспортных средств в комплексе увеличивает затраты на транспортировку, которые влияют на рост стоимости выполняемых работ.

Решение проблемы формирования оптимального комплекта машин будет заключаться в согласованности работы техники не только по производительности, но и по себестоимости машино-часа эксплуатации.

Продолжительность проведения работ по фрезерованию будет связана со временем цикла работы звена автотранспорта, которое включает в себя следующие составляющие: время, затраченное на заполнение кузова асфальтогранулятом; время транспортировки материала к месту разгрузки; время выгрузки асфальтогранулята в месте хранения; время движения порожнего автотранспорта к месту загрузки. При этом время выполнения дорожной фрезой полезной работы должно соответствовать суммарному времени загрузки всех транспортных средств. Чем ближе данное соответствие, тем меньше время простоя ведущей машины.

При минимальном количестве автотранспорта затраты на транспортировку асфальтогранулята будут минимальными, однако, сильно возрастает время проведения работ. Фреза будет простаивать в ожидании автотранспорта, а значит, и затраты на фрезерование возрастут. Одним из способов уменьшения времени простоя фрезы будет организация проведения работ с перегрузкой материала и включением в комплект машин типа подборщик или перегружатель асфальтогранулята. Однако данный способ приведет к увеличению стоимости выполненных работ за счет затрат на эксплуатацию машин данного типа. Другим способом является увеличение количества автотранспорта. Здесь при снижении затрат на фрезерование будут увеличиваться затраты на транспортировку, что также может привести к удорожанию стоимости выполнения работ.

При включении в комплект машин каждой новой единицы автотранспорта необходимо проводить оценку интенсивности снижения затрат на фрезерование и интенсивности увеличения затрат на транспортировку до тех пор, пока суммарное значение затрат не примет минимальное значение. Таким образом, можно определить оптимальное число автотранспортных средств в комплексе.

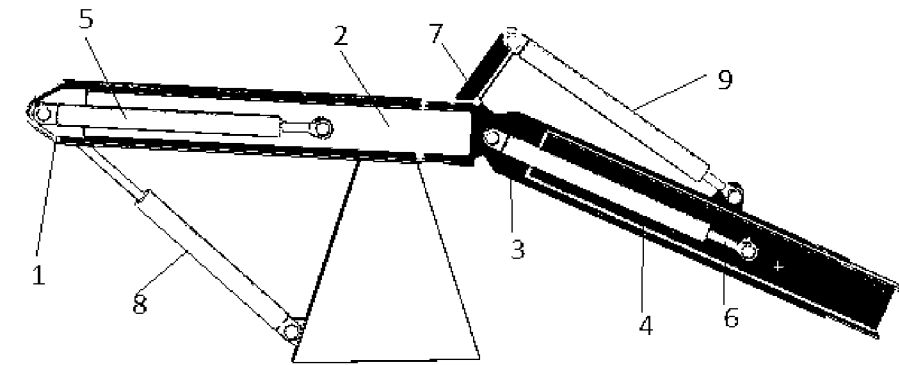


Рис. 1. Устройство многофункциональной стрелы: 1, 3 – наружные части стрелы и рукояти; 2, 4 – внутренние части стрелы и рукояти; 5, 6 – гидроцилиндры выдвижения стрелы и рукояти; 7 – шарнир; 8 – гидроцилиндр подъема и опускания стрелы; 9 – гидроцилиндр поворота рукояти

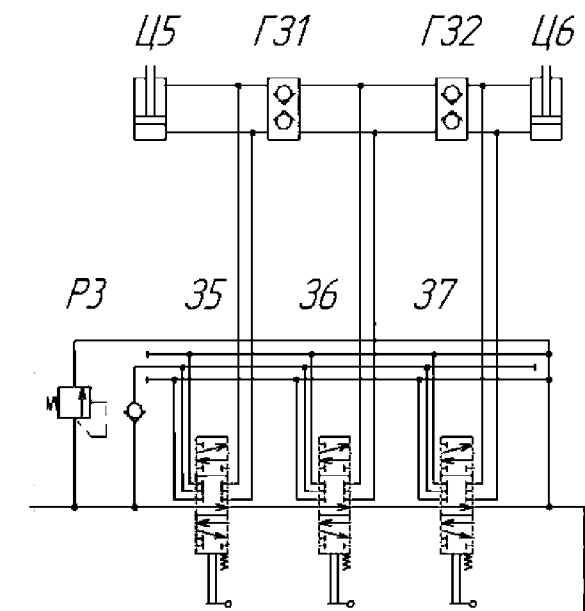


Рис. 2. Гидросистема экскаватора-планировщика: Ц5 – гидроцилиндр выдвижения стрелы; Ц6 – гидроцилиндр выдвижения рукояти; ГЗ1, ГЗ2 – гидрозамки; 35 – золотник управления выдвижением стрелы; 36 – золотник управления выдвижением рукояти

Золотники 35 и 37 позволяют управлять гидроцилиндрами Ц5 и Ц6 независимо друг от друга, что позволяет изменять длину стрелы или рукояти применительно к условиям работы, или планировать под крутым углом (работает только гидроцилиндр выдвижения рукояти Ц6). Золотник 36 позволяет управлять гидроцилиндрами Ц5 и Ц6 одновременно (режим планировщика). Двухсторонние гидрозамки ГЗ1 и ГЗ2 необходимы для обеспечения независимой работы гидроцилиндров Ц5 и Ц6.

УДК 625.08

ПОВЫШЕНИЕ УПЛОТНЯЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ
ДОРОЖНЫХ КАТКОВ

С. Н. ГЛАГОЛЕВ, М. Д. ГЕРАСИМОВ, И. А. САРАНЧУК

Федеральное государственное бюджетное учреждение
высшего профессионального образования
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. Шухова»
Белгород, Россия

Уплотняющая способность гладковальцовых дорожных катков определяется несколькими параметрами: статической нагрузкой (массой), динамической нагрузкой, числом проходов по одному следу, распределением статической и динамической нагрузки между уплотняющими вальцами, свойствами уплотняющей среды.

Классический метод уплотнения земляного полотна (грунта) или дорожного покрытия заключается в многократном движении катка вперед-назад, воздействуя на уплотняемый материал статической нагрузкой или статической совместно с динамической.

Требования, предъявляемые к маневренности дорожных катков и к темпам строительства, свели к использованию и производству в основном двухвальцовых самоходных катков.

Применение двухвальцовых самоходных дорожных катков закрепило ускоренную челночную технологию укатки без разворота: вперед-назад. Это, в свою очередь, диктует условие разбалансировки общей массы дорожного катка в соотношении 50 % на 50 % между вальцами. Такая тенденция создания дорожных катков отразилась на их эргономике и наличию практически плоскости симметрии, в средней части длины катка.

Такая разбалансировка массы, особенно при статическом уплотнении, может приводить к недостаточной эффективности уплотнения. Проходя по следу, первый валец развивает напряжение, при котором материал уплотняется и повышается его прочность каркаса. Следующий за ним второй валец уже не имеет того воздействия, которое имел первый.

Необходимым условием повышения эффективности уплотнения дорожными катками является возможность перераспределения массы катка, с переднего вальца на задний, при изменении направления движения при уплотнении.

Такую задачу, в частности, может реализовать техническое решение (пат. 13644 РФ) рис. 1, которое позволяет при изменении направления движения изменять положение центра тяжести катка.

УДК 625.8

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ТРАНСПОРТИРОВКИ МАТЕРИАЛОВ
ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ХОЛОДНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ
АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

Д. Ю. МАКАЦАРИЯ, Д. В. МАРТИНОВИЧ

Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ИНСТИТУТ МВД РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Процесс доставки дорожно-строительных и ремонтных материалов к месту проведения ремонтных работ, а также транспортировка использованных материалов в пункт их хранения или последующей переработки является весьма энергоемким процессом. От правильной организации данных операций зависит время проведения работ, затраты на строительной площадке, а в условиях дорожно-строительного производства – еще и качество выполняемых работ.

Время работы строительных и дорожных машин на участке зависит от используемой технологии и производительности ведущей машины. При проведении работ по удалению изношенного материала асфальтобетонного дорожного покрытия с использованием технологии холодной регенерации ведущей машиной будет являться дорожная фреза. Непрерывная работа машины данного типа во многом зависит от процесса транспортировки сфрезерованного асфальтогранулята. Особенно важно сокращать время работы при эксплуатации фрезы, находящейся в аренде, т. к. любые простои приводят к увеличению затрат.

Для обеспечения бесперебойной работы дорожной фрезы необходимо решить несколько задач. Во-первых, необходимо осуществить подбор транспортных средств с учетом их грузоподъемности и вместимости кузова. Во-вторых, определить рациональную дальность транспортировки материалов с учетом времени наполнения кузова автосамосвала. В-третьих, обеспечить временное складирование материалов на специально отведенном участке вне места проведения работ или доставку непосредственно в пункт назначения. Решение этих задач в комплексе позволит организовать эффективное использование фрезы и автотранспорта, что будет способствовать улучшению организации работ по восстановлению работоспособности изношенного дорожного покрытия.

Подбор автотранспорта осуществляется с учетом основных параметров его конструкции, обеспечивающих восприятие весовой нагрузки и объема материала. При этом величина заполнения кузова автосамосвала определяет-

ны быть шириной 100–200 мм. Трубы диаметром более 300 мм разгружают с использованием строп с захватом по неизолированным концам стальных труб.

Транспортные средства должны быть соответствующим образом оборудованы для перевозки изолированных труб и фасонных изделий. Штабеля с трубами должны быть правильно сформированы и надежно закреплены. Выбор маршрута должен производиться с учётом реальных габаритов транспортного средства, так как возникающие трудности в преодолении крутых поворотов, подъемов и спусков могут стать причиной повреждения груза.

Особое внимание следует обратить на разгрузку труб, так как при этих работах возникает большинство повреждений. Причиной этому обычно служит халатность рабочих. Перечень возможных приобретенных дефектов труб (с причинами и последствиями) показан в табл. 1.

Табл. 1. Повреждения ПИ-труб при их перемещениях

Причины возникновения повреждений	Характер повреждений	Последствия для процесса строительства и эксплуатации
Разгрузка без использования технических средств: сбрасывание, скатывание, стаскивание	Деформация торцов труб, подлежащих сборке и сварке	Необходимость правки ударом или нагревом при монтаже. Снижение работоспособности стыков из-за пластической деформации и изменения структуры металла
	Загрязнение внутренней поверхности труб, фасонных изделий и комплектующих	Необходимость очистки. Коррозия мест загрязнения – возникновение очагов разрушения при эксплуатации
	Сквозные повреждения оболочки, деформация оболочки и теплоизоляции	Срабатывание системы ОДК при намокании, необходимость ремонтных работ задолго до истечения гарантийного срока службы
Транспортировка и разгрузка с динамическим воздействием	Отслоение теплоизоляции от трубы и оболочки	Несоответствие изделия требованиям нормативных документов и стандартов
Строповка стальными тросами вместо полотенец	Образование вмятин на оболочке и деформация теплоизоляции	Браковка труб, необходимость возмещения ущерба

Рис. 1. Дорожный каток с «плавающим» центром тяжести

Обозначение позиций и дополнительные рисунки можно найти в [1]. Работа выполнена по Гранту РФФИ № 14-41-08043 «Разработка теоретических основ проектирования вибрационных модулей для технологических процессов сортировки, измельчения, уплотнения и погружения свай в грунт» от 17 октября 2014 г.

УДК 621.867
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОСТИ ВВЕДЕНИЯ ДЕМПФИРУЮЩИХ
ЭЛЕМЕНТОВ В КОНСТРУКЦИЮ ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

Д. М. КУЗЕМКИН, В. А. ДОВГЯЛО
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
Гомель, Беларусь

Ленточные конвейеры, благодаря простоте конструкции, малому удельному расходу энергии, высокой производительности и надежности, в настоящее время получили широкое распространение. Однако коэффициенты использования конвейеров по производительности и по времени остаются еще очень низкими. Это объясняется, прежде всего, возникновением под действием внешних сил механических колебаний или вибраций, которые оказывают негативное влияние на функционирование любой механической системы.

Одним из способов решения этой проблемы является применение демпфирующих устройств.

Целью данной работы является определение рациональности введения в конструкцию ленточного конвейера демпфирующих элементов путем компьютерного моделирования работы машины.

Для решения поставленной задачи были созданы компьютерные модели конвейера без демпфирующих элементов и при их наличии, и выполнен сравнительный анализ работы исходного и модернизированного конвейеров при динамических нагрузках.

Построение компьютерной модели производилось в программном пакете MSC.ADAMS, который позволяет создавать, тестировать, оптимизировать работу моделей механизмов и конструкций, состоящих из абсолютно твердых тел и их соединений. Исходная модель конвейера состоит из двух мотор-барабанов, опорных и поддерживающих роликов, транспортирующей ленты. Были заданы исходные данные: тип, условия контакта и движения тел, выбраны материалы, виды связей и способы закрепления конструктивных элементов конвейера.

Для построения модели модернизированного конвейера с демпфирующими элементами вначале была создана модель демпфера (рис. 1), а потом последовательно были проделаны все шаги создания модели исходного конвейера. Компьютерная модель модернизированного конвейера показана на рис. 2.

УДК 691.32
ПОВРЕЖДЕНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ИЗОЛИРОВАННЫХ ТРУБ
ПРИ ИХ ТРАНСПОРТИРОВКЕ

И. А. ЛЕОНОВИЧ, В. А. КЕМОВА, А. А. АЛЕКСАНДРИКОВ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Трубы и фасонные изделия в ППУ изоляции с гидрозащитной оболочкой требуют квалифицированного монтажа и определенных условий эксплуатации для своей сохранности. Тем более показательным является факт снижения долговечности этих изделий из-за несоблюдения простых правил и приемов по транспортированию, складированию, хранению, проведению погрузочно-разгрузочных манипуляций, которые указаны во многих нормативных документах как общегосударственного, так и ведомственного значения.

Основными документами, нормирующими перемещение, транспортирование и хранение труб и фасонных изделий в ППУ изоляции с гидрозащитной оболочкой, являются межгосударственный ГОСТ 30732-2006, республиканские СТБ 1295-2001 и ТКП 45-4.02-89-2007.

Предварительно изолированные трубы (ПИ-трубы) поставляются без упаковки, на их торцах устанавливаются заглушки. Фасонные и комплектующие изделия могут быть упакованы в деревянную тару. Учитывая невысокие прочностные свойства полиэтиленовой гидрозащитной оболочки, эти изделия подвержены риску механических повреждений и разрушений. Все действия должны быть направлены на сохранность полиэтиленовой оболочки, пенополиуретановой теплоизоляции, исключение возможности ее намокания и отслоения от внутренней стальной трубы, исключение возникновения прогиба трубы и деформации ее торцов.

Манипуляции с трубами в ППУ-изоляции при транспортировке и на строительной площадке следует проводить механизированным способом с применением грузоподъемных механизмов, обладающих соответствующими грузовыми характеристиками (с учетом диаметра и веса труб, требуемого вылета стрелы, погрузочной высоты и других факторов). Стрелы трубоукладчиков и выступающие металлические части кранов должны быть закрыты защитными накладками из эластичных материалов. Крюки торцевых захватов должны быть оснащены специальными вставками из капролона и т. д.

Погрузочно-разгрузочные работы с изолированными прямыми трубами и другими элементами трубопроводов диаметром до 150 мм следует проводить с использованием траверс и мягких полотенец или строп, располагаемых на трубах на одну треть по их длине. Мягкие стропы (полотенца) долж-

ний и сооружений. Существующие методы выбора наиболее целесообразной продолжительности успешно реализуются через проектирование, среднесрочное и текущее планирование, а также оперативное управление строительным производством. Продолжительность оптимизируется при разработке технико-экономического обоснования, проекта организации работ и проекта производства работ на возведение конкретных пусковых комплексов. Это обеспечивает принятие взаимоувязанных рациональных решений о сроках строительства:

- на уровне народного хозяйства – при осуществлении строительства пусковых комплексов;

- на уровне отрасли – при текущем планировании и осуществлении строительства пусковых комплексов;

- на уровне строительных организаций – при среднесрочном и текущем планировании, а также осуществлении строительства пусковых комплексов.

При традиционном подходе интересы народного хозяйства отодвинуты на второй план, так как управление строительством ориентируется не на главную цель – ввод объектов в требуемые сроки, а на побочные (с точки зрения народного хозяйства) результаты – хорошие показатели производственно-хозяйственной деятельности строительных организаций. Строительные организации должны стремиться к минимизации отклонений планируемых ими сроков окончания строительства объектов от проектных.

При таком подходе к формированию производственных программ появляется возможность с самого начала ориентироваться на требуемый ввод объектов и строительство их с оптимальными продолжительностями работ. При этом неизбежно будут возникать «пиковые» потребности в ресурсах. Но этих «пиков» не удастся избежать и при традиционном подходе.

Коренная задача организации и планирования строительства состоит не в том, чтобы не допускать образования «пиков» потребностей в ресурсах, а в том, чтобы возможно рациональнее использовать выделяемые ресурсы для достижения поставленной цели. Эта задача может быть успешно решена лишь при применении эффективных методов организации производства в рамках системного подхода, учитывающего вероятностный характер строительства.

Для практического использования изложенного подхода необходимо дальнейшее совершенствование системы планирования, оценки деятельности и экономического стимулирования строительных организаций. Прежде всего, это оценка их деятельности по конечному результату – ввод объекта в эксплуатацию.

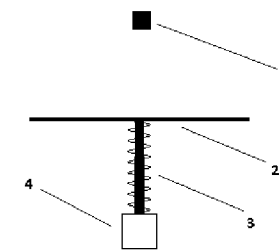


Рис. 1. Схема демпфера: 1 – груз; 2 – опора; 3 – пружина; 4 – основание

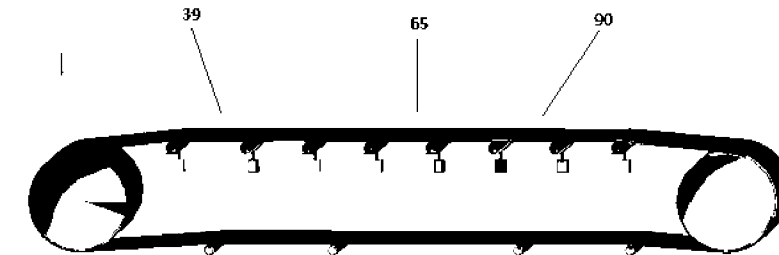


Рис. 2. Модель модернизированного конвейера

В результате расчетов выполнен динамический анализ для исходного и модернизированного конвейера при нагрузках, соответствующих эксплуатационным. Получены зависимости вертикальных перемещений (рис. 3.) и сил, действующих на ось ролика, от времени. Расчеты выполнялись для трех точек 39, 65 и 90, местоположение которых отмечено на рис. 1.

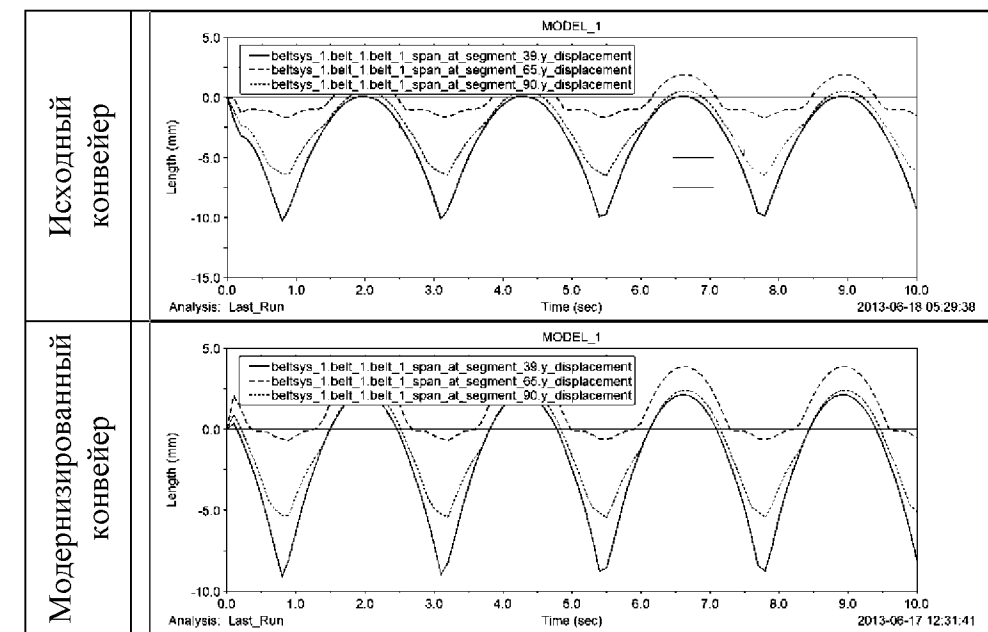


Рис. 3. Амплитуды вертикальных перемещений

Таким образом, введение демпфирующих элементов в конструкцию конвейера рационально, поскольку, по сравнению с исходной моделью, значительно уменьшились амплитуды вертикальных перемещений крайних точек ленты на 15–20 %, а средней точки – на 30 %. При этом амплитуды сил, действующих на оси роликов, уменьшились на 10–15 %.

И. А. ЛАГЕРЕВ

Федеральное государственное бюджетное учреждение
высшего профессионального образования
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. И. Г. Петровского»
Брянск, Россия

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых ученых-кандидатов наук №МК-92.2014.8.

При проведении погрузочно-разгрузочных работ возникают ситуации, когда для осуществления операции требуется использование двух и более грузоподъемных машин. Например, когда масса груза превышает номинальную грузоподъемность одного крана. Однако для кранов-манипуляторов более характерным является случай перегрузки несколькими грузоподъемными машинами длинномерных грузов (труб, мачт), требующих аккуратного обращения.

С целью обеспечения безопасности выполнение перегрузки двумя кранами требует дополнительной подготовки и присутствия на рабочей площадке лица, ответственного за безопасное производство работ кранами.

Расчетная схема подъема груза двумя трехзвенными гидравлическими кранами-манипуляторами показана на рис. 1. При подъеме груза операторы выполняют корректировку, стараясь сохранить его горизонтальное положение. Такой подъем является типичным для реальных условий [1].

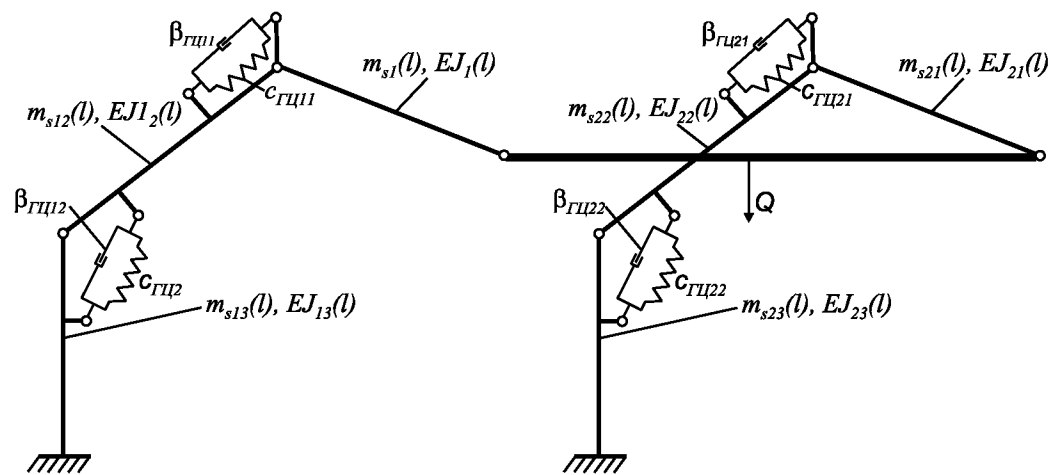


Рис. 1. Расчетная схема подъема длинномерного груза двумя кранами-манипуляторами

Л. В. КУРНОСЕНКО, Т. С. ЛАТУН, В. А. КАТКОВ

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

При традиционных методах составления производственных программ строительные организации стремятся обеспечить непрерывную и равномерную загрузку структурных подразделений. С этой целью сроки начала и окончания работ выбираются с таким расчетом, чтобы получить наиболее сглаженный график потребности в основных ресурсах (прежде всего в кадрах рабочих). При таком подходе продолжительность строительства объектов определяется величиной финансовых ресурсов строительной организации и зависит от конъюнктуры заказов на строительство.

При реализации намеченной производственной программы в процессе оперативного управления максимальные усилия направляются не на достижение наиболее целесообразной продолжительности строительства объектов, а на обеспечение непрерывной загрузки бригад рабочих. Из-за большой сложности строительства, как производственной системы, это приводит только к искусственному созданию дополнительных проблем, которые оперативное управление затем вынуждено решать.

Стремясь загрузить непрерывной работой бригады рабочих, планируется их переход с объекта на объект без разрывов во времени между моментом окончания работ на одном объекте и началом на другом. Когда запланированные сроки работ не выдерживаются, это приводит к простоям рабочих. Чтобы избежать простоев изыскиваются внеплановые объекты, которые чаще всего оказываются неподготовленными для выполнения работ. Это создает дополнительные трудности – не удастся ни равномерно загрузить рабочих, ни закончить строительство объектов в требуемые сроки.

Целью строительства, как отрасли народного хозяйства, является обеспечение максимального удовлетворения запросов народного хозяйства на строительство объектов в нормативные сроки. Необходимость в определении продолжительности строительства одних и тех же объектов возникает многократно – на разных стадиях принятия решений и различных уровнях управления. При этом, на одной и той же стадии решения приходится пользоваться для различных уровней управления разными источниками её обоснования. Объясняется это тем, что принятие решений на разных уровнях управления сдвинуто во времени.

Оптимизация продолжительности строительства является важнейшим звеном всей системы комплексной оптимизации процессов возведения зда-

вания.

Для получения эластичной матрицы (рис. 1) собирают форму, на дне которой закрепляют мастер-модель с нанесенным рельефом, затем на внутреннюю поверхность формы наносят антиадгезионную смазку. С помощью заливочно-смесительной установки полиуретановую композицию аккуратно выливают в форму. Композицию выдерживают в форме при комнатной температуре до полного набора прочности.

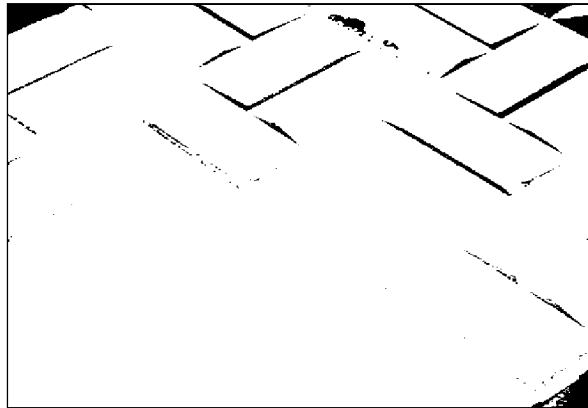


Рис. 1. Фрагмент эластичной матрицы

Формование железобетонной плиты (рис. 2) проводится по стандартной технологии, используемой на заводе при производстве серийной продукции.



Рис. 2. Декоративная стеновая панель

Применение декоративных железобетонных стеновых панелей наружных стен крупнопанельных и каркасно-панельных зданий позволит получить значительный экономический эффект за счет исключения дорогостоящих работ на фасадах зданий с использованием средств механизации, строительных лесов, отделочных материалов и т. д. При этом будет улучшен архитектурный дизайн строений и внешний облик микрорайонов.

При численном моделировании динамики кранов-манипуляторов использованы методики [2, 3] и созданные на их основе программные комплексы.

На рис. 2 показаны результаты моделирования динамики подъема груза двумя трехзвенными гидравлическими кранами-манипуляторами машины для сварки трубопроводов АСТ-4-А [1]. Масса груза – 1,2 т. Начало движения рукоятей второго крана-манипулятора смещено на 1 с.

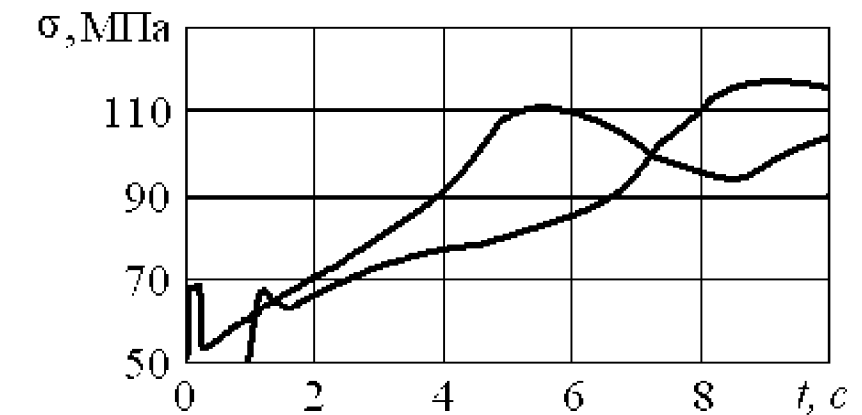


Рис. 2. Напряжения в корневом сечении рукоятей кранов-манипуляторов

Выводы.

1. При подъеме груза двумя кранами-манипуляторами наблюдается переходный динамический процесс, аналогичный [1, 2].

2. При подъеме операторы, совместно работающих кранов-манипуляторов, должны выполнять корректировку положения груза в пространстве. В противном случае весовая нагрузка будет распределяться неравномерно, что может привести к возникновению аварийной ситуации.

3. Разработанная компьютерная программа может использоваться при подготовке технологических карт подъема грузов на предприятиях. Результаты исследования планируются к внедрению в ООО «Промбезопасность» (г. Брянск).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончаров, К. А. Методика динамического анализа совместного подъема груза двумя грузоподъемными кранами / К. А. Гончаров, Н. В. Сидоров // Вестн. БГУ. – 2014. – № 2. – С. 14–18.

2. Лагерев, И. А. Динамика трехзвенных гидравлических кранов-манипуляторов : монография / И. А. Лагерев, А. В. Лагерев. – Брянск: БГТУ, 2012. – 196 с.: ил. – ISBN 978-5-89838-608-5.

3. Лагерев, А. В. Универсальная методика динамического анализа гидравлических кранов-манипуляторов / А. В. Лагерев, А. А. Мильто, И. А. Лагерев // Вестник БГТУ. – 2013. – № 3. – С. 24–31.

И. В. ЛЕСКОВЕЦ, А. Д. БУЖИНСКИЙ, О. В. ЛЕОНЕНКО

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

В области проектирования машин для земляных работ в настоящее время сложились представления, что в процессе разработки грунта преодолевается комплексное сопротивление, называемое сопротивлением копания. Вскрыты закономерности в определении сопротивлений копания [1–3], как суммы составляющих трех основных частей: сопротивление грунта резанию; сопротивление перемещению призмы волочения; сопротивление заполнению ковша (у ковшовых машин) либо сопротивление перемещению стружки вверх по отвалу, либо сквозь призму волочения (для машин с отвальным рабочим органом). Также эта методика подвергалась критике многими учеными, но и в настоящее время она используется для практических расчетов.

Многими исследователями, в частности Н. Г. Домбровским, Ю. А. Ветровым [4, 5] установлено, что сила сопротивления резанию является наиболее весомой и составляет от 42 до 83 % в сумме сопротивлений копания, при применении различных рабочих органов в различных условиях. На основании экспериментальных данных устанавливаются значения сил сопротивления резанию и сопротивления копания, предлагается применение расчетных зависимостей с учетом коэффициента удельного сопротивления копания. Отмечается важность уточнения определения величин и закономерностей сил сопротивления резанию и копания, что должно, в наибольшей степени, способствовать усовершенствованию и повышению эффективности землеройных машин.

Ряд исследований, проведенных современными учеными [6–8], посвященных определению величин сил сопротивления копания грунта, позволяет установить степень влияния профиля отвала на эти силы. На основании этих исследований разработано специализированное программное обеспечение, позволяющее выявить степень влияния параметров профиля отвала на величины сил сопротивления копания.

Проведенные экспериментальные исследования подтвердили результаты теоретических исследований, проведенных с помощью разработанных методик.

Накопленный экспериментальный материал, полученный при разных режимах работы позволил провести сопоставительный анализ по параметрам, доступным инструментальному контролю.

М. А. КСЕНОФОНТОВ, В. С. ВАСИЛЬЕВА, Л. Е. ОСТРОВСКАЯ

Научно-исследовательское учреждение
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ
им. А. Н. Севченко» БГУ
Минск, Беларусь

Крупнопанельное домостроение в Республике Беларусь не обеспечивает необходимый уровень архитектурной выразительности фасадных решений в массовой застройке. Значительная доля наружной отделки зданий выполняется в виде различной окраски фасадов. В настоящее время появились технологии, позволяющие в процессе формирования панелей стилизовать поверхность бетона под дерево, камень, кирпичную кладку и др. Такую способность к трансформации и восприимчивость к изменению текстуры бетонной поверхности обеспечивает применение эластичных матриц с определенным рисунком.

Основные требования к готовым матрицам это – эластичность, которая обеспечивает как целостность бетона, так и стабильность его формы после снятия опалубки, стойкость материала матрицы к разрывам, порезам, воздействию агрессивной среды литевых масс; они должны быть также устойчивы к нагрузочным и усадочным деформациям.

В НИИПФП им. А.Н. Севченко БГУ разработана технология, оборудование и освоен выпуск эластичных полиуретановых матриц с рельефообразующей поверхностью заданного рисунка для производства стеновых элементов с рельефной наружной поверхностью.

Производство матриц состоит из нескольких стадий: изготовление плит-заготовок из жесткого пенополиуретана; нанесение рельефного рисунка на заготовки для получения мастер-модели; формование матрицы путем заливки реакционной композиции полиуретанового эластомера в форму, на дне которой помещена мастер-модель с рельефной поверхностью заданного рисунка.

Мастер-модель рельефообразующей матрицы изготавливается нанесением на поверхность плиты из жесткого пенополиуретана рисунка, разработанного в соответствии с архитектурным проектом дома. Архитектурный рисунок по рельефной поверхности был выполнен с учетом распалубочных уклонов для вертикальных поверхностей и совместимости узора при стыковке панелей.

Плиты (заготовки мастер-модели) из пенополиуретана изготавливают с помощью специализированного оборудования, которое состоит из смесительно-дозировочной установки высокого давления и формующего оборудо-

кривой ВК. Определяют участок вертикальной кривой с наименьшим расстоянием видимости дороги и сравнивают его с нормативным.

Подобную работу выполняют и для другой ветви выпуклой кривой.

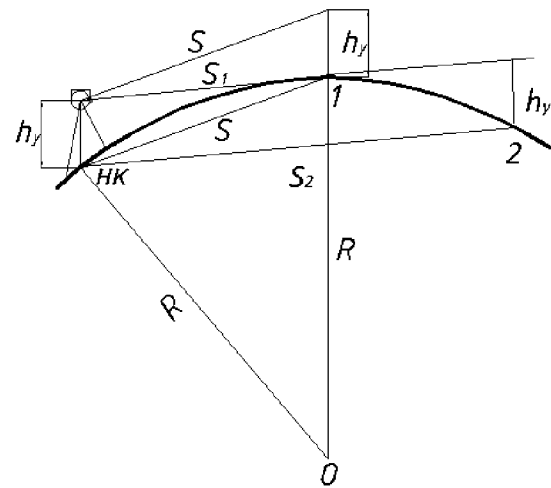


Рис. 1. Определение действительного расстояния видимости на вертикальной кривой с помощью электронного тахеометра

На рис. 1 показано расстояние видимости поверхности дороги S_1 , от точки НК до точки 1 и расстояние видимости встречного автомобиля S_2 от точки НК до точки 2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ТКП45-3. 03- 19-2006. Автомобильные дороги. Нормы проектирования. – 2006 – 42с.
2. Автомобильные дороги: Проектирование и строительство / Под ред. В. Ф. Бабкова. – М. : Транспорт, 1983. – 280 с.

Анализ показал, что разработанные теоретические положения, используемые для копания грунта отвалом бульдозера, адекватно отражают характер явлений, происходящих при этом виде копания грунта, и дают хорошую сходимость с экспериментальными результатами.

Наиболее существенное влияние на величины сил сопротивления копанию оказывает величина радиуса криволинейной части отвала. Увеличение радиуса на 40 % привело к снижению сил сопротивления копанию на завершающей стадии (при полной призме волочения) на 20–30 % в зависимости от толщины стружки.

Значения радиуса криволинейной части профиля отвала бульдозера, получаемые при проектировании на основании методик [1, 4] необходимо увеличивать на 30–40 %, если есть необходимость снижения сил сопротивления копанию, при разработке грунтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ветров, Ю. А.** Расчеты сил резания и копания грунтов / Ю. А. Ветров. – Киев : изд. Киев ун-та. – 1965. – 123 с.
2. **Дидух, Б. И.** Упругопластическое деформирование грунтов / Б. И. Дидух. – М. : Изд-во ун-та дружбы народов, 1987. – 168 с.
3. **Завьялов, А. М.** Экспериментальные исследования процесса копания грунта неповоротным отвалом бульдозера / А. М. Завьялов, Т. Е. Болдовская // Строительные и дорожные машины. – 2007. – № 6. – С. 21–28.
4. **Домбровский, Н. Г.** Землеройные машины / Н. Г. Домбровский, С. А. Панкратов. – М. : Гостройиздат, 1961. – 321 с.
5. **Ветров, Ю. А.** Сопротивление грунтов резанию / Ю. А. Ветров. – Киев : изд. Киев ун-та. – 1962. – 96 с.
6. **Берестов, Е. И.** Сопротивление грунтов резанию / Е. И. Берестов // Изв. вузов. Строительство. – 1997. – № 10. – С. 102–107.
7. **Берестов, Е. И.** Методика определения параметров больших и малых сдвигов при копании грунта отвальным рабочим органом / Е. И. Берестов, И. В. Лесковец // Строит. наука и техника. – 2009. – № 1. – С. 86–91.
8. **Баловнев, В. И.** Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин / В. И. Баловнев. – М. : Высш. шк., 1981. – 336 с.

П. А. ПРОТАС, С. Н. ПИЦОВ, Ю. И. МИСУНО
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

На заготовке древесного сырья в Республике Беларусь применяются в основном системы машин «харвестер – форвардер» и «бензопила – форвардер». За 2014 г. в системе Министерства лесного хозяйства с использованием систем машин «харвестер – форвардер» заготовлено 4,95 млн. м³ древесного сырья (40% от всего объема), и этот показатель будет возрастать. При этом все применяемые форвардеры имеют колесный движитель.

Однако следует отметить, что значительные площади лесосеченого фонда (около 30 %) находятся на труднодоступных заболоченных участках (III и IV типы местности), где невозможно эффективно эксплуатировать машины с колесным типом движителя в течение всего года. В практике лесопользования в этом случае следует решать одновременно два вопроса: обеспечение эффективной работы машин (высокая проходимость, производительность, минимизация простоев, всесезонность работы) и выполнение лесоводственно-экологических требований.

Известно, что неоднозначные изменения в лесной почве возникают при применении техники с различными типами движителей. Экологически безопасным считается движитель, который наносит минимальное, не превышающее допустимое, повреждение лесным почвам. Как гусеничные, так и колесные движители имеют свои преимущества и недостатки. Гусеничные машины имеют хорошую проходимость, устойчивость, малое давление на грунт и в то же время по сравнению с колесными обладают невысокой скоростью движения, менее маневренны при работе, уничтожают большую часть подроста и значительно разрушают почвенный покров и корни деревьев при маневрировании. В этой связи целесообразность применения того или иного типа движителя помимо прочих факторов будет зависеть от эксплуатационных условий и сезона разработки лесосек.

Учитывая, что лесозаготовители в Беларуси эксплуатируют машины в течение всего года на различных участках лесфонда, целесообразно в таком случае применять форвардеры с комбинированным типом движителя, когда на колеса тандемной тележки устанавливаются легкоъемные гусеницы.

Такой движитель обладает универсальностью и повышенными эксплуатационными свойствами. При работе форвардера на песчаных и супесчаных почвах (I и II типы местности) колесный движитель обеспечивает высокую проходимость машины и допустимые в соответствии с лесоводственно-

Ю. А. КАТЬКАЛО, Н. В. ТУЛУЕВСКИЙ, Д. Н. ДРОЗДОВ,
И. М. ДОРМАКОВСКИЙ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Видимость в продольном профиле ограничивается выпуклыми переломами уклонов и выпуклыми вертикальными кривыми. ТКП 45-03-19-2006 «Автомобильные дороги. Нормы проектирования» устанавливает наименьшее расстояние видимости для остановки автомобиля на дорогах разных категорий [1]. Эти расстояния показаны в табл. 1.

Табл. 1. Наименьшее расстояние видимости для остановки автомобиля

Категория дороги	1-а	I-б; I-в; II	III	IV	V
Наименьший радиус выпуклой кривой, м	25000, 15000*	15000, 8000*	8000, 4000*	4000, 1500*	1500, 1000*
Наименьшее расстояние видимости, м	350, 250*	250, 160*	160, 100*	100, 60*	60, 40*

*для допускаемых расчетных скоростей на отдельных участках дорог, расположенных в холмистой местности или в стесненных условиях.

Для определения видимости дороги устанавливают электронный тахеометр в начале вертикальной кривой, это будет начальная точка. Высота прибора должна соответствовать расчетному уровню глаз водителя над поверхностью дороги h_y . Для водителя легкового автомобиля высоту h_y принимают равной 1,2 м, а грузового – 1,5 м [2]. На такую же высоту устанавливают призматический отражатель, прикрепленный к вехе (рис. 1). Рабочий последовательно перемещает веху по вертикальной кривой. Наблюдая в зрительную трубу электронного тахеометра за отражателем, фиксируется момент, когда он при дальнейшем перемещении перестает быть видимым. Такое положение вехи указывает на расстояние видимости встречного автомобиля. Данные визируют на призматический отражатель и измеряют расстояние. Для такой работы удобно использовать веху с минипризмой.

Если перевернуть веху и перемещать ее, удерживая отражателем вниз, касающимся покрытия, то можно зафиксировать точку касания визирным лучом поверхности дороги. Это будет расстояние видимости поверхности дороги.

Перемещают электронный тахеометр вперед на 10–20 м и вновь определяют расстояние видимости. Повторяя такие действия, доходят до вершины

Насколько обеспечена совместная работа отдельных элементов составных балок показывают напряжения в крайних волокнах древесины конструкций (рис. 1). Характер распределения нормальных напряжений по высоте показывает, что балки Б2 и Б3 работали как составной изгибаемый элемент на податливых связях – в крайних волокнах в верхней части элементов возникали сжимающие, а в нижней части – растягивающие напряжения. Отметим, что применение наклонно вклеенных стержней позволяет приблизить составное сечение балки Б4 к монолитному сечению балки Б1.

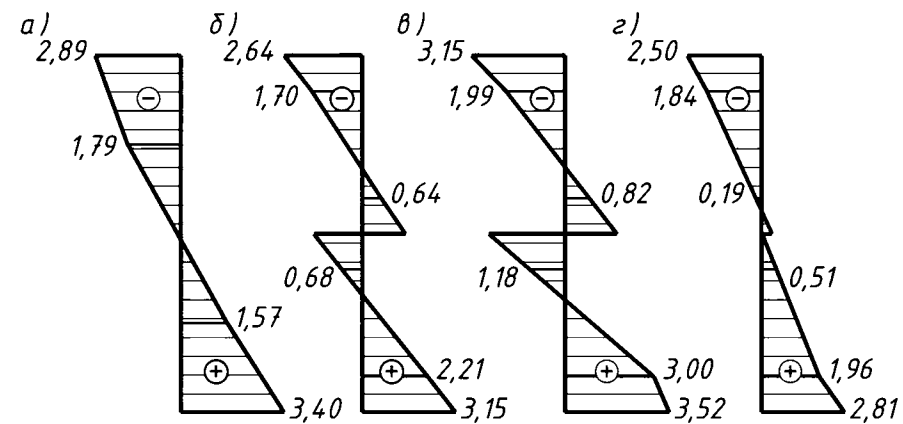


Рис. 1. Распределение нормальных напряжений (МПа) по высоте поперечного сечения при нагрузке $F = 1$ кН: а – балка цельного сечения Б1; б – балка составного сечения на гвоздях Б2; в – то же на винтах Б3; г – то же на вклеенных стержнях Б4

Прогибы балок Б1 и Б4 практически одинаковы – 4,57 и 4,54 мм соответственно при расчетном пролете 2100 мм. Полные деформации балок Б2 и Б3 больше, чем деформации балки Б1 на 31 и 78% соответственно – дополнительный прогиб появился в результате сдвигов, происходящих в швах составных балок между отдельными элементами.

Проведенные испытания показали, что характер распределения нормальных напряжений по высоте сечения балки с соединениями на вклеенных металлических стержнях практически такой же, как и для балки цельного сечения. Это позволяет расчет по прочности и жесткости усиливаемых конструкций производить по ТКП 45-5.05-146-2009 (02250) как элемента монолитного сечения, а, следовательно, снизить расход пиломатериалов и стоимость ремонтно-восстановительных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации по испытанию соединений деревянных конструкций/ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. – М. : Стройиздат, 1980. – 40с.

экологическими требованиями воздействия на почву. При эксплуатации форвардера на труднодоступных участках, установка гусениц обеспечивает снижение давления на почву и повышение проходимости машины. Проведенные теоретические и экспериментальные исследования специализированного форвардера МЛ-131-05 с комбинированным движителем показали его эффективность при эксплуатации на грунтах с низкой несущей способностью.

Зависимости сил сопротивления движению машины с учетом динамической нагруженности при движении по грунтам I – IV типов местности, указывают, что со снижением несущей способности грунтов сила сопротивления движению у колесного форвардера растет интенсивнее, чем у машины с комбинированным типом движителя. При движении по волоку соответствующему I типу местности силы сопротивления движению у колесной машины в 2,5–3 раза меньше чем у форвардера повышенной проходимости. Однако во время движения по волоку с низкой несущей способностью (III и IV типы местности) силы сопротивления движению у сравниваемых машин отличаются незначительно, что обусловлено снижением давления на опорную поверхность комбинированного движителя балансирной тележки технологического модуля.

По результатам исследований определены коэффициенты сопротивления движению f и сцепления ϕ для форвардеров с различным типом движителя (табл. 1).

Табл. 1. Коэффициенты сопротивления движению и сцепления форвардера

Тип движителя	I тип		II тип		III тип		IV тип	
	f	ϕ	f	ϕ	f	ϕ	f	ϕ
Колесный	0,09	0,47	0,15	0,34	0,24	0,28	0,26	0,26
Комбинированный	0,2	0,56	0,23	0,38	0,25	0,35	0,27	0,32

При движении машин с колесным и комбинированным типами движителя на почвогрунтах с несущей способностью в пределах 50–70 кПа, соответствующих III и IV типам местности, наблюдается снижение тягово-сцепных свойств для сравниваемых машин.

Сила сопротивления движению колесной машины при движении по волокам III типа местности составляет 58–61 кН. Касательная сила тяги достигает 65–67 кН при буксовании колес 24–26 %. Форвардер с комбинированным типом движителя развивает касательную силу тяги 80–85 кН. Буксование при этом составляет 15–18%. Согласно результатам проведенных исследований, для преодоления силы сопротивления движению колесный форвардер осуществляет движение с буксованием 12–15 %, машина с комбинированным типом движителя – 4–7 %. Следовательно, при эксплуатации форвардеров на грунтах с низкой несущей способностью необходимо отдавать предпочтение машинам с легкоъемными гусеницами на колесах тандемной балансирной тележки.

В. А. СУДАКОВА

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

В процессе эксплуатации строительных и дорожных машин (СДМ) происходит частичная или полная потеря работоспособности этих машин. Восстановление производится, как при выполнении плановых технических обслуживаний, так и при аварийных ремонтах, вызывающих простои машин. В настоящее время предпочтение отдано направлению по совершенствованию системы технической эксплуатации при поддержании начального уровня надежности машин во время всего срока службы.

На примере работы фронтальных погрузчиков можно оценить роль отказов трансмиссии в период эксплуатации. Распределение отказов гидромеханической трансмиссии фронтального погрузчика МоАЗ-4048 с 2005 по 2010 гг. представлено на рис. 1. Видно, что наибольшая доля отказов приходится на элементы трансмиссии. Для своевременного обнаружения неисправности в процессе эксплуатации необходимо проводить мониторинг технического состояния элементов трансмиссии.

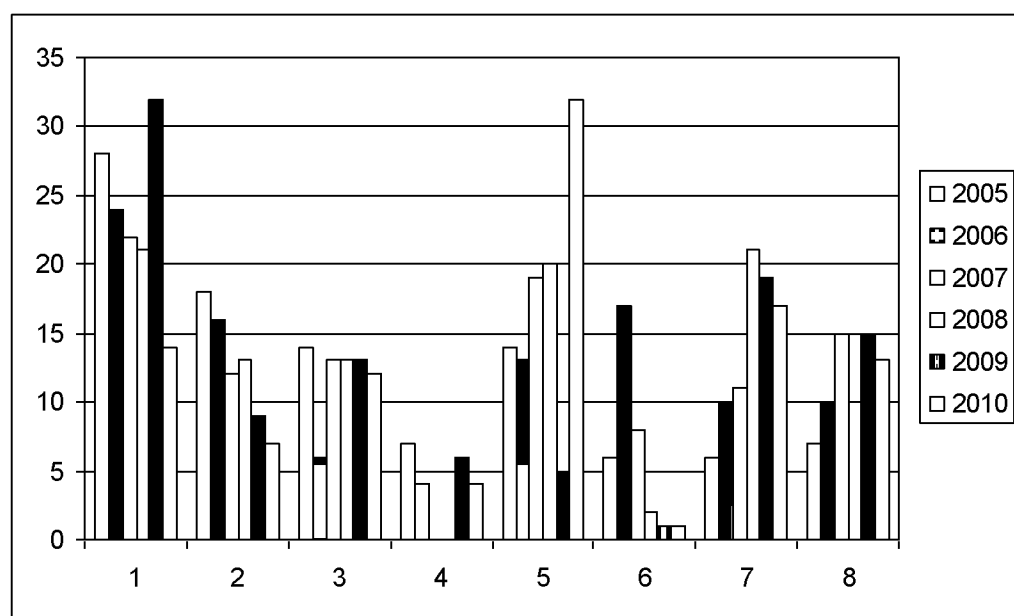


Рис. 1. Распределение отказов ГМП фронтального погрузчика МоАЗ-4048: 1 – фрикцион; 2 – гидравлика; 3 – валы; 4 – брак металла; 5 – подшипники; 6 – крепление шестерни к фрикциону; 7 – разрушение шестерён; 8 – другое

В. В. ЖУК

Учреждение образования
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Брест, Беларусь

При реконструкции жилых домов постройки начала XX века, в частности, при устройстве мансард возникает необходимость усиления несущих конструкций чердачного перекрытия вследствие увеличения величины временной нагрузки с 0,7 кПа до 1,5–2,0 кПа. Анализ проектной документации на реконструкцию ряда объектов показывает, что при удовлетворительном состоянии древесины повышение несущей способности балок осуществляется увеличением их ширины путем «пришивки» гвоздями парных досок к существующим балкам сбоку. В этом случае значительно возрастает сложность ремонтных работ: необходимо выполнить работы по демонтажу старого и устройству нового перекрытия. Деревянные балки чердачного перекрытия можно усилить: досками, прикрепленными к существующей балке сбоку выше наката или сверху болтами или гвоздями; одним или даже двумя брусками, установленными сверху и соединенными между собой наклонно установленными металлическими стержнями (шпильками) в предварительно выполненные отверстия. Заслуживает внимания способ усиления клееных балок с помощью наклонно вклеенных металлических стержней (арматуры).

На кафедре строительных конструкций университета проведены экспериментальные работы по определению напряженно-деформированного состояния составных балок, соединенных между собой податливыми (гвоздями, винтами) и жесткими (вклеенными стержнями) связями.

Для испытаний были изготовлены балки из древесины сосны 2-го сорта с влажностью 9 ± 1 %. Контрольный образец (Б1) имел размеры $b \times h \times l = 50 \times 100 \times 2400$ мм. Балка (Б2) на гвоздях, балка (Б3) на винтах и балка (Б4) на вклеенных стержнях имели размеры $b \times h \times l = 50 \times (2 \times 50) \times 2400$ мм. Испытания балок кратковременной нагрузкой проводили на специально оборудованном стенде. Нагрузку прикладывали в третях пролета и передавали на конструкцию через распределительную траверсу [1]. В процессе испытаний проводили измерения прогибов балки и деформаций взаимного сдвига. Оценка напряженного состояния балок производили тензометрическим способом. Отсчеты по тензорезисторам осуществлялись в автоматическом режиме при помощи специального тензометрического комплекса ТИССА.

Проведенные в Полоцком государственном университете исследования позволили разработать технологию приготовления эмульсии, на основе ОНСП и растворов ТМС, с заранее заданной стабильностью. Полученная эмульсия с успехом может заменить товарный эмульсол, применяемый для смазки форм при изготовлении железобетонных изделий. В результате решаются проблемы охраны труда работников предприятия от вредного воздействия ОНСП и растворов ТМС и их воздействия на окружающую среду. Кроме того, проведенные исследования показывают, что значительно снижается себестоимость затрат на смазку форм при производстве железобетонных изделий.

В лаборатории строительных материалов были проведены испытания как эмульсий приготовленных на основе ОНСП и растворов ТМС, так и товарных эмульсолов. Испытания проводились при изготовлении бетонных образцов.

Анализ полученных результатов позволил сделать следующие выводы:

- отлипание везде либо удовлетворительное, либо хорошее;
- сколов не было нигде;
- при термической сушке повышается вероятность образования на поверхности образцов жирных пятен, причем как при использовании товарных эмульсолов, так и приготовленных на основе ОНСП и растворов ТМС.

На предприятии ОАО «Проммашремонт» были изготовлены опытные промышленные партии эмульсола на основе ОНСП и растворов ТМС, которые были успешно использованы в Новополоцком заводе железобетонных изделий при изготовлении железобетонных изделий. Полученные результаты исследований позволяют сделать вывод о возможности широкого использования технологии приготовления эмульсий на основе ОНСП и растворов ТМС на различных предприятиях республики и за ее пределами с целью получения эмульсии для смазки форм при изготовлении железобетонных изделий.

Основными сборочными единицами гидромеханической трансмиссии погрузчика, требующими диагностики являются: гидромеханическая коробка передач, раздаточная коробка, коробка отбора мощности, карданные передачи, главная передача, бортовые редукторы. Надежность их работы зависит от состояния зубчатых передач, фрикционных муфт (фрикционов), подшипниковых узлов, шлицевых соединений валов, элементов гидравлической системы управления трансмиссией. В гарантийный период эксплуатации надежность трансмиссии определяется в основном, производственными дефектами, в процессе эксплуатации – износами. Основными элементами, определяющими ресурс гидромеханической трансмиссии, являются: зубчатые передачи и фрикционные муфты.

Критериями выбора целесообразного метода диагностирования и соответствующих средств диагностирования являются: полнота оценки технического состояния и размер материальных затрат на оборудование; вид и форма носителя информации; технологичность и информативность диагностических параметров для конкретного объекта диагностирования. Анализируя параметры, по которым оценивается техническое состояние зубчатых передач и фрикционных муфт трансмиссий, можно прийти к выводу, что наиболее полно состояние зубчатых передач характеризует суммарный угловой зазор, отражающий износ рабочих поверхностей зубьев, а фрикционных муфт – буксование и время переключения. Эти параметры связаны с изменением относительного углового положения ведущего и ведомого валов трансмиссии, поэтому целесообразно определить способ его измерения.

Для компьютерной диагностики состояния зубчатых и фрикционных элементов трансмиссии предложено отслеживать относительные угловые перемещения валов импульсным способом. Суть импульсного способа состоит в том, что в процессе движения анализируются относительные угловые перемещения ведущей и ведомой частей трансмиссии, путем подсчета количества импульсов высокочастотного опорного сигнала генерируемого с ведущей части на каждом повороте ведомой части на один зуб.

Для отслеживания технического состояния элементов гидромеханической трансмиссии СДМ в процессе эксплуатации разработаны средства и методы импульсной диагностики, которые подтвердили свою работоспособность в стендовых условиях и могут использоваться как средства встроенной и внешней диагностики на технике, выпускаемой в Республике Беларусь.

П. А. АМЕЛЬЧЕНКО, Д. А. ДУБОВИК, *В. А. КОРОБКИН

Государственное научное учреждение
«ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ НАН Беларуси»
*ОАО «МИНСКИЙ ТРАКТОРНЫЙ ЗАВОД»
Минск, Беларусь

Анализ основных направлений развития мобильных машин показывает, что в конструкции гусеничных тракторов и технологических машин все большее применение получают бесступенчатые трансмиссии [1], среди которых на современном этапе наибольшее распространение получили двухпоточные гидрообъемно-механические трансмиссии.

Задачей настоящей работы является разработка схемного решения гидромеханической бесступенчатой трансмиссии, учитывающего конструктивные особенности гусеничных машин производства ОАО «МТЗ».

Поставленная задача решена в устройстве гидромеханической бесступенчатой трансмиссии (рис. 1), содержащей входной вал 1, кинематически соединенный через фрикционную муфту 2, и зубчатую передачу 3 с коронными шестернями 4 бортовых планетарных сумматоров 5, а также с реверсивными регулируемыми гидронасосами 6. Ведомый элемент муфты 2 снабжен тормозом 7. Солнечные шестерни 8 сумматоров 5 кинематически соединены с реверсивными гидромоторами 9, а водила 10 кинематически соединены с ведущими звездочками 11 приводов гусениц. Каждый из гидронасосов 6 гидравлически соединен с одним из гидромоторов 9 [2].

Трансмиссия может работать в двухпоточном или однопоточном режиме передачи энергии.

В двухпоточном режиме передачи энергии тормоз 7 расторможен. От входного вала 1 вращение передается на гидронасосы 6 и через замкнутую муфту 2 и зубчатую передачу 3 на коронные шестерни 4 сумматоров 5. Гидравлические потоки энергии от гидронасосов 6 подводятся к гидромоторам 9, вращающим солнечные шестерни 8 сумматоров 5. Потоки энергии, поступающие к сумматорам 5 по механическим и гидростатическим ветвям, суммируются в них и с водил 10 сумматоров 5 подаются на ведущие звездочки 11 приводов гусениц. При разомкнутой муфте 2 и тормозе 7 отсутствует передача энергии через трансмиссию. При замыкании муфты 2 происходит трогание машины.

Синхронным изменением подачи гидронасосов 6 бесступенчато изменяется скорость движения машины. Изменением подачи одного из гидронасосов 6 относительно другой машина бесступенчато вводится в поворот и при постоянной разности подач гидронасосов 6 выполняет поворот с посто-

В. А. ДРОНЧЕНКО

Учреждение образования
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Полоцк, Беларусь

Перед предприятиями Республики Беларусь остро стоит проблема утилизации отработавших нефтесодержащих продуктов (ОНСП) и растворов технических моющих средств (ТМС). Большинство из которых относится к 3 классу опасности. Их опасными свойствами являются токсичность и пожароопасность. При этом следует отметить, что вопросы токсичности ОНСП еще далеко не исследованы и это объясняется их сложным комплексным химическим составом. Установлено, что некоторые фракции ОНСП обладают четко выраженным канцерогенным действием. Данные об онкологических заболеваниях, связанных с непосредственным воздействием ОНСП, довольно противоречивы. Доказано, что при воздействии на организм ОНСП, мужчины принадлежат к группе риска заболеваний раком легкого, гортани, губы, а женщины – раком легкого, толстой кишки, молочной железы и половых органов. Пожароопасность ОНСП обусловлена их способностью к поддержанию горения, самовоспламенению и самовозгоранию. При этом следует особо выделить смешанные отходы трудноразделимых нефтесодержащих материалов (станочные эмульсии, отработавшие растворы ТМС, содержащие синтетические поверхностно-активные вещества), которые хотя и содержат, как правило, мало горючих компонентов, но физико-химические свойства их таковы, что они практически не поддаются отделению от воды.

Большинство малых и средних предприятий не могут позволить дорогостоящее оборудование по очистке сточных вод от ОНСП. Как вариант для решения проблемы возможность сбора и сдачи отработавших нефтепродуктов на специализированные предприятия. Однако многие из таких предприятий предъявляют очень высокие требования к сдаваемым на переработку ОНСП, что связано со значительными материальными затратами на подготовку к переработке и доставку к месту сдачи. Следует отметить, что далеко не все и не в любой концентрации ОНСП и растворы ТМС принимают на переработку. В результате на предприятиях накапливаются большие объемы данных отходов, что, наряду с все увеличивающимися затратами на хранение, создает угрозу здоровью человека и отрицательно воздействует на окружающую среду. Так наличие двух граммов ОНСП в одном килограмме почвы делают ее не пригодной для жизни растений и почвенной микрофлоры; лишает кислорода сорок литров воды или загрязняет двенадцать тысяч квадратных метров водной поверхности.

где l_i – длина поврежденного участка колонны, м; l_k – длина всей колонны, м; n – число поврежденных участков.

Категорию технического состояния следует определять по сочетанию наиболее значимого класса дефекта и степени их распространения по длине колонны (табл. 1).

Табл. 1. Категории технического состояния железобетонных колонн

Класс дефекта	Категория технического состояния железобетонных колонн		
	Степень распространения дефектов, по длине колонны, %		
	Единичные (до 10)	Многочисленные (от 10 до 40)	Массовые (св. 40)
Класс 3 (малозначительные дефекты) – уменьшение поперечного сечения до 10 %	I, II	II	III
Класс 2 (значительные дефекты) – уменьшение поперечного сечения от 10 до 40 %	III	IV	V
Класс 1 (критические дефекты) – уменьшение поперечного сечения свыше 40 %	IV	IV, V	V

I и II категория технического состояния железобетонных колонн характеризуется единичными или многочисленными малозначительными дефектами, не снижающими несущей способности конструкции.

III категория технического состояния железобетонных колонн характеризуется многочисленными малозначительными или единичными значительными дефектами.

IV категория технического состояния характеризуется многочисленными значительными или единичными критическими дефектами.

V категория технического состояния характеризуется массовыми критическими дефектами, предельным (предаварийным) состоянием конструкции.

В зависимости от категории технического состояния принимают решение о выполнении необходимых мероприятий по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Здания и сооружения. Техническое состояние и обслуживание строительных конструкций и инженерных систем и оценка их пригодности к эксплуатации. Основные требования = Будынкі і збудаванні. Тэхнічны стан і абслугованне будаўнічых канструкцый і інжынерных сістэм і ацэнка іх прыгоднасці да эксплуатацыі. Асноўныя патрабаванні : ТКП 45-1.04-208-2010. – Введ. 15.07.10. – Минск : РУП «Стройтехнорм», 2011. – 27 с.

янным радиусом, зависящим по величине и направлению от величины и знака разности подач гидронасосов 6. При уменьшении подачи гидронасосов 6 до нуля, размыкании муфты 2 и затормаживании тормоза 7 происходит торможение машины.

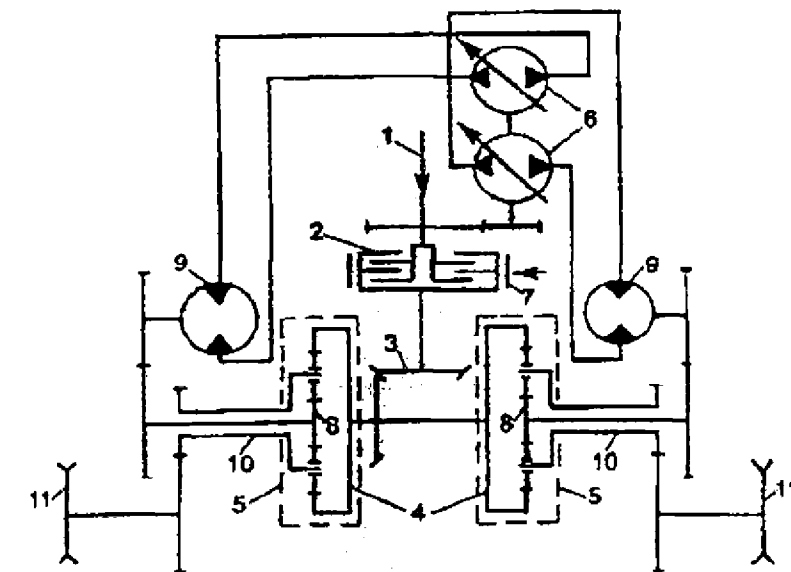


Рис. 1. Схема гидромеханической бесступенчатой трансмиссии

В однопоточном режиме передачи энергии муфта 2 разомкнута, тормоз 7 заторможен. При этом гидронасосы 6 и гидравлически соединенные с ними попарно гидромоторы 9 работают как независимые реверсивные регулируемые гидростатические передачи, а сумматоры 5 выполняют функцию понижающих редукторов. Реверс машины осуществляется в однопоточном режиме передачи энергии путем изменения направления подачи реверсивных регулируемых гидронасосов 6.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дубовик, Д. А. Основные направления развития автотракторного байностроения (по результатам выполнения задания АТ-08.05 ГНТП «Машиностроение» в 2012 и 2013 гг.) / Д. А. Дубовик, О. М. Еловой, Л. Ю. Бакалова ; Объед. ин-т машиностроения Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 2014. – 176 с. – Рус. – Деп. в ГУ «БелИСА» 17.07.14, № Д201.411.

2. Пат. 18410 Респ. Беларусь, МПК F 16H 47/02. Гидромеханическая бесступенчатая трансмиссия гусеничной машины / В.А. Коробкин, Л.Ф. Ханко, П.А. Амельченко и [др.]; – № а 20110960; заявл. 28.11.11; опубл. 30.06.12 – 2012. – Бюл. №3. – С. 251–252.

П. А. АМЕЛЬЧЕНКО, И. Н. ЖУКОВСКИЙ, * А. В. КЛЮЧНИКОВ,
* А. В. ВАЦУЛАГосударственное научное учреждение
«ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ НАН Беларуси»
* ОАО «МИНСКИЙ ТРАКТОРНЫЙ ЗАВОД»
Минск, Беларусь

Выявить основные закономерности разгона МТА на электротяге можно на его упрощенной одномассовой динамической модели, движущейся на горизонтальном участке пути без учета буксования ведущих колес, податливостей и демпфирования в силовых передачах. Движение такой модели описывается выражением

$$P_k - R_c - m_a \frac{dv}{dt} = 0, \quad (1)$$

где P_k и R_c – касательная сила тяги и сопротивления движению на ведущих колесах трактора; m_a – масса агрегата; v – скорость движения; t – время.

Касательная сила тяги представляет собой приведенную к ведущим колесам механическую характеристику тягового электродвигателя (ТЭД) с учетом сцепных свойств

$$m_o \cdot g \cdot \varphi_{\max} \geq P_k = \frac{M_{ТЭД} \cdot U_{MT} \cdot \eta_{MT}}{R_k}, \quad (2)$$

где m_o – эксплуатационная масса трактора; g – ускорение от силы тяжести; φ_{\max} – максимальный коэффициент сцепления; $M_{ТЭД}$ – крутящий момент ТЭД; U_{MT} и η_{MT} – передаточное число и КПД механической части трансмиссии; R_k – радиус качения ведущих колес.

Функция касательной силы тяги $P_k(V)$, как и механическая характеристика ТЭД, имеет два характерных участка – участок постоянной тяги P_{kconst} и участок постоянной мощности N_{kconst} . Участок постоянной тяги

$$P_{kconst} = \frac{M_{ТЭДн} \cdot U_{MT} \cdot \eta_{MT}}{R_k},$$

С. В. ДАНИЛОВ

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

Железобетонные колонны относятся к конструкциям первой степени ответственности [1], локальный отказ которых может привести к полному или ограниченному отказу системы элементов (здания или сооружения), к значительному снижению показателей эксплуатационных качеств конструкций или помещений, к существенному ухудшению основных технико-экономических показателей.

Оценку технического состояния железобетонных колонн производят по категориям их технического состояния [1].

I категория – исправное (хорошее) состояние – конструкция железобетонной колонны удовлетворяет предъявляемым требованиям по прочности (устойчивости), жесткости и трещиностойкости. Долговечность колонны по сравнению с проектной не снижена.

II категория – неисправное (удовлетворительное) состояние – конструкция железобетонной колонны удовлетворяет предъявляемым требованиям по прочности (устойчивости), жесткости и трещиностойкости. Имеются признаки снижения долговечности колонны по сравнению с проектной.

III категория – ограниченно работоспособное (не вполне удовлетворительное) состояние – конструкция железобетонной колонны удовлетворяет предъявляемым требованиям по прочности (устойчивости), жесткости и трещиностойкости. Долговечность колонны существенно снижена. Опасность обрушения отсутствует.

IV категория – неработоспособное (неудовлетворительное) состояние – конструкция железобетонной колонны не удовлетворяет предъявленным к ней требованиям по прочности (устойчивости) или жесткости.

V категория – предельное (предаварийное) состояние – конструкция железобетонной колонны не удовлетворяет предъявленным к ней требованиям по прочности (устойчивости). Существует опасность обрушения и угроза безопасности работающих.

Техническое состояние железобетонных колонн характеризуется классами дефектов и степенью их распространения по длине колонны.

Степень распространения дефектов устанавливается из выражения:

$$C_k = \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{l_k},$$

ным отказ от тяжелой техники (автокран, автобетононасос), что обеспечивает высокие темпы строительства и значительное снижение расходов. В целом, при строительстве из монолитного пенобетона наблюдается трехкратная экономия на материалах.

В работе был проведен технико-экономический анализ варианта капитального ремонта пятиэтажного панельного жилого дома. Рассматривался вариант устройства стен лоджий из кирпича и из пенобетона. Стены из кирпича устраивались толщиной 250 мм с армированием через 5 рядов, стены из монолитного пенобетона устраивались с использованием несъемной опалубки из СМЛ с армированием каркасами. Были подобраны варианты механизации строительно-монтажных работ. В первом случае, в качестве основного механизма при монтаже и кладке стен выступал автомобильный кран «Машека КС 3579», а во втором варианте этот кран был задействован только на монтаже плит лоджий и при устройстве опалубки, подача пенобетона осуществлялась с помощью установки УМПБ – 1,0. Основными критериями при выполнении анализа выступали: сметная стоимость возведения стен, трудоемкость производства работ и их продолжительность. Итоги выполненной работы представлены в табл. 1.

Табл. 1. Технико-экономическое сравнение вариантов

№ п/п	Наименование критериев	Единица измерения	Вариант из пенобетона	Вариант из кирпича
1	Сметная стоимость устройства стен, в том числе:	млн бел. р.	1409,22	2083,25
2	Эксплуатация машин и механизмов	млн бел. р.	73,11	93,67
3	Материалы, изделия, конструкции	млн бел. р.	492,70	586,77
4	Заработная плата	млн бел. р.	548,13	322,00
5	Продолжительность	дни	98	118
6	Трудоемкость	чел.-дни	1202	1390

Как видно из табл. 1 вариант устройства стен из пенобетона на 30 % дешевле, на 15 % меньше по продолжительности и трудоемкости. Учитывая достоинства пенобетона как строительного материала, стесненность существующей застройки города, предлагаем использовать его при капитальных ремонтах жилых зданий этажностью до пяти этажей.

где $M_{TЭДН}$ – номинальный момент ТЭД) имеет место при скорости движения $V=0 \dots V_{\min}$ (где $V_{\min} = \frac{\pi \cdot n_{TЭДН} \cdot R_k}{30 \cdot U_{MT}} \leq \frac{N_{kconst}}{m_a \cdot g \cdot \varphi_{\max}}$, $n_{TЭДН}$ – номинальная частота вращения вала ТЭД).

Участок постоянной мощности ($N_{const} = N_{TЭДН} \cdot \eta_{MT}$, $N_{TЭДН}$ – номинальная мощность ТЭД) имеет место при скорости движения $V=V_{\min} \dots V_{\max}$ ($V_{\max} = \frac{\pi \cdot n_{TЭД\max} \cdot R_k}{30 \cdot U_{MT}}$, $n_{TЭД\max}$ – максимальная частота вращения вала ТЭД).

Касательная сила тяги на этом участке $P_k = \frac{N_{kconst}}{V}$.

Численные значения времени разгона t_p и максимального ускорения a_{\max} можно определить, если в выражении (1) разделить переменные и взять определенные интегралы на каждом из упомянутых участков. На участке постоянной тяги время разгона

$$t_{p1} = \frac{m_a \cdot V_{\min}}{P_k - R_c},$$

а на участке постоянной мощности

$$t_2 = \frac{m_a}{R_c^2} ((-R_c \cdot V_{\max} - N_{kconst} \cdot \ln(R_c \cdot V_{\max} + N_{kconst})) - (-R_c \cdot V_{\min} - N_{kconst} \cdot \ln(-R_c \cdot V_{\min} + N_{kconst}))).$$

Суммарное время разгона $t_{p1} = t_{p1} + t_{p2}$. Максимальное ускорение будет на первом участке $a_{\max} = \frac{V_{\min}}{t_{p1}} = \frac{P_{kconst} - R_c}{m_a}$.

Адекватность приведенных закономерностей подтверждена испытаниями транспортного агрегата на базе трактора Беларус-3023 с полнопоточной электромеханической трансмиссией (ЭМТ) при разгоне на сухом асфальте при общей массе МТА 55,1 т. Установлено, что расчетная и экспериментальные диаграммы по времени разгона отличаются не более 10 %. Приведенные зависимости можно рекомендовать для анализа разгонных свойств МТА на ранних этапах проектирования тракторов с ЭМТ.

Для более подробного анализа разгонных свойств тракторов с ЭМТ необходимо использовать как минимум 3-х массовые динамические модели МТА с моделированием буксования ведущих колес, податливостей и демпфирования силовых передач, электромеханических процессов в тяговом приводе и его системе управления.

УДК 630*377.4

ИСПЫТАНИЯ ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ
ПОВЫШЕННОЙ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ

С. Е. АРИКО, С. П. МОХОВ, В. А. ЖДАНОВИЧ, Н. А. МИРОНЮК

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

В рамках выполнения научно-исследовательской работы в 2014 г. был изготовлен опытный образец погрузочно-транспортной машины грузоподъемностью 7 т с улучшенными техническими характеристиками. Для установления соответствия параметров данной машины требованиям нормативной документации и установления ее эксплуатационных свойств, в условиях испытательной базы ОАО «Минский тракторный завод», проведены предварительные испытания опытного образца и экспериментальные исследования нагруженности его полурам в соответствии с разработанной программой-методикой испытаний. Исследования проводились с использованием современного измерительного научного оборудования, которое позволяет одновременно регистрировать до 16 параметров.

На основании проведенных исследований установлено, что для реализации основных технологических операций мощность привода гидроцилиндра подъема стрелы должна составлять не менее 36 кВт на переходных режимах и 30 кВт – на установившихся при грузовом моменте манипулятора 50–55 кН·м.

Также установлено, что несущие конструкции многооперационных шарнирно-сочлененных лесозаготовительных машин испытывают наибольшую нагруженность при работе манипулятора. Так, касательные напряжения в шарнире сочленения полурам погрузочно-транспортной машины в процессе погрузочно-разгрузочных работ в 14,5–17,3 раз больше напряжений, действующих при преодолении обособленной неровности высотой 0,2 м. На погрузочных операциях величина касательных напряжений для порожнего форвардера в 1,44 раз больше, чем для полностью груженого.

При кососимметричном переезде единичной неровности высотой 0,2 м задним колесом погрузочно-транспортной машины при скорости движения 1,4 м/с величина регистрируемых касательных напряжений в 1,8–2,0 раза ниже, чем при переезде передним колесом. При этом, в случае движения в груженом состоянии динамическая нагруженность шарнира форвардера в 1,27 раз ниже при транспортировке сортиментов длиной 4 м, чем при перемещении сортиментов длиной 6 м.

УДК 691.5

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕНОБЕТОНА
ПРИ РЕМОНТЕ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

О. В. ГОЛУШКОВА, В. С. МИХАЛЬКОВ, Ю. А. ТАТАРЕНКО

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

Нередко экономически целесообразным является не строительство нового здания, а приведение существующего здания в работоспособный вид (капитальный ремонт строительного объекта) или существенное изменение его технико-экономических показателей (реконструкция). Сюда относятся такие работы, при которых производится усиление или замена изношенных конструкций строительных объектов.

В настоящее время в г. Могилеве жилой фонд сильно подношен, среди жилых домов большой процент составляют пятиэтажные панельные здания 60–70 годов постройки прошлого века, так называемые «хрущевки». Их основные конструктивные элементы частично потеряли свои показатели по прочности и несущей способности и не удовлетворяют действующим современным теплотехническим требованиям – это стены, кровли, окна.

Зачастую капитальный ремонт таких зданий проводится в составе: тепловая модернизация стен с устройством термозубы, замена балконов на лоджии с исполнением несущих стен из кирпича с последующим оштукатуриванием и окрашиванием, замена окон на пластиковые стеклопакеты, замена конструкции кровли.

Авторами предлагается в качестве теплоизоляционного материала для кровли и несущей конструкции стен лоджий использовать пенобетон.

Данный материал не подвержен влиянию времени, гниению, по прочности его можно сравнить с камнем. Строения из пенобетона, который имеет первую степень огнестойкости, надежно защищены от распространения пожара.

Благодаря высокому термическому сопротивлению, конструкции выполненные из пенобетона, обладают способностью аккумулировать тепло, что при эксплуатации позволяет снизить расходы на отопление до 20–30 %.

В нашем строительстве пенобетон как материал используется относительно редко, хотя технология его изготовления относительно проста и дешева. Получать пенобетон можно на строительной площадке с помощью установки УМПБ – 1,0 производительностью до 8 м³/час и подавать его непосредственно к месту укладки. Дальность подачи смеси пенобетона с помощью этой установки составляет до 30 м по вертикали и до 200 м по горизонтали. Простая конструкция данной установки и использование мобильного производственного оборудования на месте строительства сделало возмож-

создаются условия для конденсации влаги и образования кислот из оксидов азота и серы, а это способствует коррозионно-механическому износу цилиндро-поршневой группы и, как следствие, введение специальных присадок в моторные масла.

При движении на автомобиле, особенно в условиях города, почти всегда приходится разгоняться и тормозить. При разгоне мощность двигателя тратится на увеличение скорости, а при торможении кинетическая энергия разогнавшегося автомобиля просто теряется. Вот для того, чтобы частично ее использовать, существует система рекуперации энергии, благодаря которой осуществляется зарядка АКБ. На некоторых моделях BMW при разгоне генератор не работает, что позволяет уменьшить нагрузку на двигатель, а также снизить потребление топлива. Когда же водитель начинает процесс торможения, то подключается генератор и начинает подзарядку АКБ. Система старт-стоп с рекуперацией энергии реализована на машинах многих семейств – BMW, Audi и других.

В современных гибридных автомобилях используется система рекуперативного торможения. Возможен электрический, механический и другие способы рекуперации кинетической энергии.

Mazda Motor Corporation разработала первую в мире рекуперативную тормозную систему, в основе которой лежит конденсатор. Революционная система под названием «i-ELOOP» устанавливается на серийные автомобили Mazda, начиная с 2012 года. В реальных условиях эксплуатации, с частыми разгонами и торможениями, i-ELOOP помогает снизить расход топлива примерно на 10 %.

Для использования энергии отработавших газов фирма BMW разработала вариант двигателя, в котором газы нагревали воду, превращая ее в пар, который затем с помощью паровой машины подкручивал коленчатый вал двигателя внутреннего сгорания. В другом варианте, энергия тепла отработавших газов используется для получения электрической энергии и питания многочисленных потребителей на борту, разгрузив штатный генератор. Можно отметить, что в современных автомобилях ради 1 кВт·ч электроэнергии приходится сжигать бензина на 6 кВт·ч.

Система рекуперации теплоты отработавших газов использует отработавшие газы для прогрева охлаждающей жидкости при запуске двигателя с помощью теплообменника, встроенного в выпускной тракт. Данная система более быстро прогревает двигатель, повышает КПД гибридного привода и улучшает топливную экономичность за счет более быстрого прогрева.

В приведенных тезисах четко просматривается дальнейшая необходимость совершенствования систем рекуперации в автомобиле, так как это дает возможность уменьшить нормы расхода топлива и, как следствие, уменьшить выбросы вредных веществ в атмосферу.

Полученная количественная и качественная оценка взаимосвязи между энергетическими параметрами технологического оборудования и нагруженностью несущих конструкций многооперационных лесозаготовительных машин позволила рекомендовать режимы и способы выполнения технологических операций, в соответствии с которыми максимальную скорость подъема стрелы манипулятора погрузочно-транспортной машины на типичной погрузочно-разгрузочной операции (вылет манипулятора 5,3 м, масса сортиментов 500 кг) рационально ограничить величинами: 0,7 рад/с при расстоянии трелевки 150 м и 0,55 рад/с при расстоянии трелевки 450 м. Для обеспечения последнего режима работы требуется мощность привода гидроцилиндра подъема стрелы, равная 36,0 кВт при разгоне и 29,6 кВт при равном подъеме сортиментов.

С целью повышения унификации узлов и агрегатов лесных машин, выпускающихся на ОАО «Минский тракторный завод», предложена конструкция и подобраны рациональные параметры механизмов блокирования шарнира сочленения полурам погрузочно-транспортных машин, позволяющие снизить нагруженность их несущих конструкций на технологических операциях в 1,32 раз без потери устойчивости машин.

На типичной погрузочно-разгрузочной операции с увеличением массы поднимаемых сортиментов с 400 до 900 кг манипулятором погрузочно-транспортной машины необходимо пропорционально изменять жесткость механизма блокировки с 500 до 2000 кН·м/рад. При этом наиболее нагруженными элементами шарнирного сочленения полурам являются внутренние боковые ребра жесткости шарнира (эквивалентные напряжения с 117 до 254 МПа) и область галтельного перехода на горизонтальном шарнире (эквивалентные напряжения до 199,85 МПа).

В результате проведенных предварительных испытаний установлено, что в целом погрузочно-транспортная машина соответствует техническим условиям и требованиям ТНПА. Однако для дальнейшей проработки возможных путей повышения технических возможностей и безопасности работы предложено:

- изменить параметры трубчатой опоры горизонтального шарнира погрузочно-транспортной машины;
- скорректировать количество и расположение крепежных элементов, соединяющих вертикальный и горизонтальный шарнир;
- изменить положение подшипников горизонтального шарнира погрузочно-транспортной машины и исключить из конструкции упорную шайбу переднего подшипника.

Также предложено выпускать погрузочно-транспортные машины в двух исполнениях, отличающихся конструкцией заднего моста и дисковых тормозов заднего моста, которые по желанию потребителя могут быть открытые или закрытые.

УДК 625.7
ОЦЕНКА ТРАНЗИТНОГО ПОТЕНЦИАЛА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ
КРИЧЕВСКОГО РАЙОНА МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. С. БУРАКОВ, В. Д. РОГОЖИН, С. С. МЫСЛИВЕЦ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Республика Беларусь располагает развитой инфраструктурой, необходимой для осуществления транзита по ее территории, которая в настоящее время по техническим, технологическим, организационным параметрам еще не в полной мере соответствует аналогичным системам, созданным в ЕС. В первую очередь, это касается несоответствия требованиям ЕС по несущей способности республиканских автомобильных дорог по общей массе автопоезда с 5 и более осями и нагрузке на ось в 11,5 т, а также недостаточно развитая сеть транспортно-логистических центров.

Для эффективной реализации транзитного потенциала и интеграции нашей республики в европейскую транзитную систему необходимо продолжать работу по модернизации транспортных коммуникаций.

Одним из перспективных направлений развития транзитного потенциала Могилевской области, на данный момент, является определение возможности реконструкции трассы Р 43 (Звенчатка – Кричев – Рогачев – Бобруйск – Ивацевичи). Дорога Р 43 республиканского значения протяженностью 478 км имеет 2 полосы для движения автомобиле плохого качества, освещаемая в населенных пунктах, заканчивается в д. Звенчатка. Далее трасса продолжается по территории России и имеет маркировку А130. Она представляет собой четырехполосную дорогу, в ночное время освещаемую на всей протяженности. Сейчас трасса пролегает через такие исторически значимые города как Малоярославец, Троицк, Обнинск, Рославль и Москва.

Развитие транзитного потенциала трассы Р 43 на сегодняшний день является первостепенной задачей, учитывая возможности белорусской транспортной системы и выгодное географическое положение.

За период с 2012 по 2014 гг. имеется тенденция к незначительному уменьшению объемов перевозки грузов автомобильным транспортом по трассе Р 43 на 10 % по сравнению с 2012 г. – 16,6 млн т, а также уменьшения грузооборота на 2,5 %, до величины в 1550,0 млн т-км. Данная тенденция объясняется Российским продовольственным эмбарго 2014 г. – запрета ввоза в Россию «отдельных видов» сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, страной происхождения которых является государство, введившее экономические санкции в отношении российских юридических и физических лиц в 2014 г. Под действие эмбарго попали США, Австралия, Канада и Норвегия, страны Европейского союза. Принимая данный

УДК 629.113
РЕКУПЕРАЦИЯ В АВТОМОБИЛЕ

И. В. ХОМИЧ
Учреждение образования
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Новополоцк, Беларусь

Рекуперация – возвращение части энергии или материалов для их повторного использования во время одного и того же процесса.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что одним из эффективных мероприятий обеспечения экологической безопасности автотранспорта является разработка комбинированных энергетических установок (КЭУ) транспортных средств, состоящих из ДВС и устройства для рекуперации энергии. Эти устройства позволяют не только снизить нагрузки на элементы трансмиссии автомобиля, улучшить тягово-скоростные качества автомобиля и уменьшить расход топлива, но и снизить выбросы токсических веществ с отработавшими газами двигателей.

Рециркуляция отработавших газов (EGR – Exhaust Gas Recirculation) повышает эффективность работы двигателя, уменьшает расход топлива, снижает «жесткую» работу дизельного двигателя и детонацию в бензиновом двигателе.

Клапан EGR, являющийся основой всей системы, позволяет части сгоревших отработавших газов вернуться обратно во впускной коллектор и смешаться со свежим зарядом воздуха, что дает возможность снизить температуру сгорания топливно-воздушной смеси, и, тем самым, уменьшить образование оксидов азота, которые образуются в двигателе под действием высокой температуры. При этом соотношение компонентов в топливно-воздушной смеси остается неизменным, а мощностные характеристики двигателя изменяются незначительно.

В бензиновых двигателях, она снижает насосные потери за счет снижения перепада давления на дроссельной заслонке. Более низкие температуры сгорания предотвращают детонацию, поэтому может быть установлен более ранний момент зажигания, что обеспечит повышение крутящего момента.

На дизельных двигателях, в зависимости от стандарта токсичности отработавших газов, применяются различные схемы системы рециркуляции отработавших газов: высокого давления, низкого давления и комбинированная система рециркуляции.

С другой стороны, при рекуперации часть продуктов сгорания возвращается в цилиндры двигателя и, значит, агрессивные газы и твердые частицы контактируют с масляной пленкой на стенках цилиндров не только в тактах расширения и выпуска, но и при впуске и сжатии. При этом температура возвращенных газов (впуск и сжатие) ниже первоначальной. Следовательно

ские взаимодействия и зависимости, уметь отображать их в формальных конструкциях. Без этого, обращения к инженеру и программистам для решения задач построения экспертной системы недостаточно корректны [2].

Знание языка общей теории систем, теории множеств, нечетких множеств, теории вероятностей, возможностей, очевидностей, основ дискретной математики и умение разговаривать языком этих теорий – необходимое условие состоятельности современного не только ученого, но и рядового инженера. Требование к инженеру-автомобилисту (и тем более ученому) уметь пользоваться продуктами Excel и Access пакета Microsoftoffice, не может подвергаться сомнению. Данные программные продукты позволяют реализовывать прототипы ДЭС различных концепций.

При разработке экспертных систем за основу часто принимаются наиболее успешные прототипы. Прототип позволяет решать узкий круг задач и при этом не требует на свою разработку значительного времени. Он позволяет продемонстрировать пригодность будущей экспертной системы для данной предметной области, проверить правильность кодировки фактов, связей и стратегий рассуждения эксперта.

Наиболее важным представляется этап концептуализации, на котором эксперт и инженер по знаниям выделяют ключевые понятия, отношения и характеристики, необходимые для описания процесса решения задачи. На данном этапе определяются типы доступных данных; исходные и выводимые данные; подзадачи общей задачи; используемые стратегии и гипотезы; виды взаимосвязей между объектами проблемной области; типы используемых отношений (иерархия, причина/следствие, часть/целое и др.); процессы, используемые в ходе решения задачи; типы ограничений, накладываемых на процессы, используемые в ходе решения; состав знаний, используемых для решения задачи и для объяснения решения [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Тарасик, В. П.** Некоторые аспекты создания интеллектуальных систем управления автомобилями / В. П. Тарасик, С. А. Рынкевич // Грузовик. – 2002. – № 3. – С. 27–28.
2. **Тарасик, В. П.** Технологии искусственного интеллекта в диагностировании автотранспортных средств: монография / В. П. Тарасик, С. А. Рынкевич. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2007. – 280 с.
3. **Лорьер, Ж. Л.** Системы искусственного интеллекта: пер. с фр. / Ж.-Л. Лорьер. – М. : Машиностроение, 2003. – 568 с.

факт во внимание, очевидно, что в 2015 г. получим тенденцию увеличения количества перевозимого груза и грузооборота трассы Р 43.

Если допустить, что перевозку грузов осуществляют автомобили грузоподъемностью 20 т (автомобили МАЗ-544008 с полуприцепом МАЗ-975800), стоимость 1 километра платной автомобильной дороги для данного типа автомобилей – 0,145 EUR, и протяженность трассы – 478 км, то можно сделать вывод, что за год по данной трассе проехало порядка 830 тысяч автомобилей ($\frac{16600000}{20} = 830$ тыс.), т. е. страна теряет, в среднем, порядка $0,83 \cdot 478 \cdot 0,145 = 57,5$ млн EUR.

Цель реконструкции дороги заключается в возможности усовершенствования ее до категории М1, включения в сеть платных автомобильных дорог, и, как следствие, получение дохода от транзита грузовых автомобилей из стран Западной Европы. Также в работе производится расчет пропускной способности автомобильной дороги, определение оптимального количества полос для движения и затраты, связанные с реконструкцией дороги. В свою очередь, это вызовет повышенную заинтересованность международных операторов в выполнении транзита через территорию Республики Беларусь.

Для Кричевского района реконструкция автомобильной дороги приведет к развитию инфраструктуры региона (строительство отелей, кемпингов, магазинов, автозаправочных станций), что повлечет за собой увеличение количества населения в регионе за счет появившихся рабочих мест. Также произойдет увеличение мощности агрогородов по данной трассе дороги (Красная Буда, Вымочь, Домомеричи).

Эффективному развитию транзитного потенциала области препятствует также недостаточно развитая сеть банковских терминалов по всем транзитным магистралям, в малых городах и населенных пунктах. По этой причине транзитные перевозчики и иностранные граждане не могут в полной мере использовать услуги национальных финансовых институтов.

Очевидно, что имеющихся финансовых ресурсов для развития транзитной инфраструктуры данного региона в стране недостаточно, поэтому для ускорения процесса ее создания и развития целесообразно использовать международное сотрудничество, в том числе и в целях привлечения иностранных инвестиций.

Реализация данной реконструкции позволит создать более привлекательные условия для осуществления транзита через территорию Беларуси за счет:

- усовершенствованной транзитной инфраструктуры;
- обеспечения высокого качества оказания услуг по транзиту;
- сокращения времени передвижения по территории страны.

УДК 629.113.002
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕТНЕГО ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА С ДОБАВКОЙ
ДОТ-4 В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Н. В. ВЕПРИНЦЕВ, И. Л. ТРОФИМЕНКО, Т. Н. ДОНЕЦ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

При низких температурах окружающей среды автомобили, работающие на дизельном топливе, обычно используют зимние сорта топлив. При этом смена летнего дизельного топлива на зимнее топливо во многих случаях производится при температуре минус пять градусов и ниже. Но бывают случаи, когда резко снижается температура внешней среды, а в бензохранилищах или баках автомобилей имеется летнее топливо и не имеется специальных присадок. Тогда водители используют в качестве присадок керосин, бензин [1], или тормозную жидкость ДОТ-4.

Равномерно распределяясь между молекулами растворяемого вещества и образуя с ним водородные связи, тормозная жидкость на гликолевой основе, добавленная к дизельному топливу в определенных количествах, заметно понижает его температуру помутнения и, соответственно, температуру замерзания [2].

Однако, до сих пор не известно как влияет количественное соотношение присадки ДОТ-4 в дизельном топливе на технико-экономические и экологические показатели двигателя.

С целью возможности использования жидкости ДОТ-4 в качестве присадки к летнему дизельному топливу были проведены исследования с летним дизельным топливом, в которое добавлялась присадка ДОТ-4 (ТУ 2451-032-7414823-2008) в различных количествах.

Определялось количественное влияние присадки на фракционный состав топлива, мощность двигателя, расход топлива и дымность отработавших газов на двух режимах его работы.

Стендовые испытания по расходу топлива, дымности отработавших газов и мощностных показателей дизельного двигателя Д-21А проводились на стенде MEZ VSETIN. Дымность отработавших газов определялась дымометром ДО-1 по ГОСТ 21393-75 и СТБ 2169-2011. Предварительно выбирался наиболее устойчивый режим испытаний: частота вращения вала коленчатого, $n = 1298 \text{ мин}^{-1}$, нагрузка – $M_{кр} = 60 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Испытания проводились в пять этапов. После того как почти полностью вырабатывалось топливо на соответствующем этапе, производилась замена топлива для проведения испытаний по следующему этапу, с соответствующей концентрацией ДОТ-4, путем долива в емкость. Это делалось с целью непрерывности работы стенда, MEZ VSETIN.

УДК629: 004.891
КОНЦЕПТУАЛИЗАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Г. А. УВАРОВ
Учреждение образования
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Новополоцк, Беларусь

Современные автомобили характеризуются более высокой топливной экономичностью и пониженным содержанием вредных выбросов в отработавших газах благодаря усложнению конструкции, использованию новых материалов, изменению концепции автомобилестроения [1].

Исследуя сложность диагностирования систем и механизмов современных автомобильных двигателей на универсальных диагностических постах, автором были выявлены проблемы локализации некоторых редких неисправностей, имеющих специфический характер, а так же комплексных, являющихся результатом сочетания нескольких постепенных. В этих случаях результаты самодиагностирования в рамках считывания кодов неисправностей часто не достаточно достоверны. Трудность диагностирования при этом состоит в том, что не существует специфически однозначных признаков для идентификации таких неисправностей. Важным в таких условиях представляется использование наукоемких методик получения и анализа диагностической информации.

Целью работы было повышение эффективности диагностирования бензиновых двигателей автомобилей путем разработки интеллектуальных средств анализа диагностических данных.

Необходимо отметить недостаточное использование в отечественной практике диагностирования автомобилей возможностей, предоставляемых компьютерными средствами по сбору, накоплению, неограниченному хранению, формализации, автоматическому анализу, быстрому извлечению и передаче, с целью обобщения экспертных знаний по диагностированию.

Экспертное знание – это сочетание теоретического понимания проблемы и практических навыков ее решения, эффективность которых доказана в результате практической деятельности экспертов в данной области. Залогом успешности создания диагностических экспертных систем, для целей совершенствования методик диагностирования автомобилей, является результативное участие в этом процессе инженеров-автомобилистов. Фундаментом диагностической экспертной системы является база знаний, которая составляется на основе экспертных знаний специалистов.

Современный инженер-автомобилист должен уметь описывать содержание практических задач и алгоритмы их решения на языке современной математики. Он должен уметь системно описывать ключевые, специфиче-

положения педали подачи топлива H от холостого хода до полного нажатия. Модель учитывала изменение крутящего момента на различных характеристиках. С учетом вышесказанного расчетным путем были выведены зависимости удельного расхода топлива на рабочем участке статической характеристики двигателя при учёте текущего значения частоты вращения вала двигателя $\dot{\phi}_A$ и частоты вращения на режиме номинальной мощности $\dot{\phi}_{др}$.

Для неустановившихся режимов работы двигателя разница в подаче топлива (по сравнению с установившимся) может достигать 20 %. Учет расхода топлива при таких условиях корректировался коэффициентом пропорциональности λ . По уравнению абсолютного расхода топлива Q_T :

$$\dot{Q}_T = g_e (H, \dot{\phi}_A, \ddot{\phi}_A) \cdot N_A / (3600 \cdot \gamma_T),$$

производилось сравнение полученных расчетных величин Q_T для колесных трелёвочных тракторов с различной конструкцией прицепного трелевочного оборудования. Так введение в конструкцию оборудования колёсной опоры снижает показатели расхода топлива на переходных режимах на 4–7 % при одновременном увеличении производительности транспортных операций на 6–11 %. Это происходит за счёт сокращения времени при преодолении грунтов с низкой несущей способностью.

Перечисленные преимущества представленной методики определения топливной экономичности колёсных трелёвочных тракторов позволяют наметить пути совершенствования работы не только машин, но и отдельных агрегатов. Методика определения расхода топлива на эксплуатационных режимах может быть использована на заводах занимающихся выпуском лесных агрегатных машин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Симанович, В. А.** Оценка тягово-сцепных свойств трелевочных тракторов с усовершенствованной конструкцией несущей системы / В. А. Симанович, В. С. Исаченков // Тр. БГТУ. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – 2009. – № 2. – С. 116–119.
2. **Токарев, А. А.** Топливная экономичность и тягово-скоростные качества автомобиля / А. А. Токарев. – М. : Машиностроение, 1982. – 224 с.

На первом этапе устанавливался стабильный тепловой режим двигателя и режим испытаний. После установки теплового режима и режима испытаний определялся расход топлива и дымность отработавших газов.

На последующих этапах определялись мощность двигателя работающем на топливе с добавкой присадки ДОТ-4 соответственно в количествах 0,1 %, 0,3 %, 0,5 % от общего объема топлива, а также расход топлива и дымность отработавших газов. На пятом этапе определялась дымность отработавших газов в режиме свободного ускорения двигателя.

Обработка результатов показала, что при работе двигателя под нагрузкой при добавке 0,1 % присадки от общего объема топлива его мощность снизилась на 4 %. При добавке 0,3 % присадки от общего объема топлива мощность двигателя снизилась на 5 %. При добавке 0,5 % присадки от общего объема топлива мощность двигателя снизилась на 8 %.

Расход топлива по последнему этапу снизился на 1 %.

Дымность отработавших газов в режиме нагрузки во всех случаях была одинаковой и была в пределах нормы. Дымность отработавших газов в режиме свободного ускорения на чистом топливе соответствовала нормативному показателю, а при добавке 0,5 % присадки увеличивалась на 20 % и во всех шести замерах превышала нормативные показатели от 10 до 25 %.

Топливо с добавкой присадки ДОТ-4 в количестве 0,1 % может использоваться до температуры минус 15 °С [2]. Однако, как показали результаты исследований, летнее дизельное топливо с присадка ДОТ-4 не может длительно использоваться, особенно в городских условиях, из-за превышения параметров по дымности и снижения мощности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Трофименко, И. Л.** Исследование возможности использования летнего дизельного топлива с добавками других топлив в условиях низких температур / И. Л. Трофименко, Н. В. Вепринцев // Вестн. ПГУ. Серия В. Прикладные науки. – 2010 – № 6. – 119 с.
2. **Трофименко И. Л.** Исследование возможности использования летнего дизельного топлива с добавкой ДОТ-4 в условиях низких температур / И. Л. Трофименко, Н. В. Вепринцев // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы Междунар. науч.-техн. конф. 24–25 апреля 2014 г. – Могилев: Белор.-Рос. ун-т, 2014. – С. 253.

УДК 630*36.001.6
НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ И
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ МНОГООПЕРАЦИОННЫХ
ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН

С. А. ГОЛЯКЕВИЧ, А. Р. ГОРОНОВСКИЙ, С. Н. ПИЦОВ, А. И. СМЕЯН
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Технические характеристики лесных машин призваны удовлетворять потребности лесозаготовителей в части производительности, экономичности, надежности, экологичности, собственной стоимости и др. То есть каждая лесная машина должна обладать рядом потребительских качеств.

Потребительские качества лесной машины, которые проявляются непосредственно в процессе ее эксплуатации называются эксплуатационными. К ним относятся: производительность, экономичность и эксплуатационная надежность машины. Достижение лесной машиной высоких показателей этих качеств основано на реализации ей целого ряда эксплуатационных свойств. Они должны закладываться на этапе проектирования машины, а их реализация зависит от условий эксплуатации машин и квалификации оператора.

Возможность реализации эксплуатационных свойств лесных машин зависит от комбинации 2-х групп условий эксплуатации. К первой относятся таксационные характеристики древостоев и лесохозяйственные требования к проводимым рубкам: массово-геометрические параметры деревьев, запас древесины на единицу площади, породный состав, вид рубки и экологические требования к ее проведению. Ко второй группе относятся условия движения машин: физико-механические свойства почвогрунтов, состояние дорожных покрытий, макро- и микрорельеф местности и др. При этом каждый из факторов условий эксплуатации имеет стохастичный характер.

В современной отраслевой науке к настоящему времени сформировался устойчивый набор эксплуатационных свойств, который позволяет охарактеризовать лесную машину как движущийся объект. Отечественные и зарубежные ученые выделяют следующие свойства: проходимость, маневренность, устойчивость, плавность хода и др. Каждое из них рассматривалось не только в рамках лесной отраслевой науки, но и в рамках смежных научных направлений, что позволило провести многочисленные исследования теоретического и экспериментального характера.

Несмотря на безусловную важность эксплуатационных свойств лесной машины как движущегося объекта обращает на себя внимание тот факт, что многие машины большую часть рабочего времени выполняют стационарные операции. Для некоторых из них, к примеру харвестеров, операции передви-

УДК 630*377.4
ОЦЕНКА ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ ПРИ РАБОТЕ КОЛЕСНЫХ
ЛЕСНЫХ МАШИН

В. А. СИМАНОВИЧ, В. С. ИСАЧЕНКОВ, А. И. СМЕЯН,
С. Э. БОБРОВСКИЙ
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Современные лесные колёсные агрегатные машины характеризуются сложным спектром нагружения по частотному и амплитудному диапазону нагрузок. Исследование и моделирование режимов нагружения должно основываться на рассмотрении динамической системы «колёсная трелёвочная машина – качка деревьев» во взаимосвязи всех её элементов [1], что позволит выявить закономерность формирования нагружения от внутренних и внешних факторов и оценить количественную сторону.

Основными нагрузками, характеризующими работу движителя на эксплуатационных режимах, является величина крутящего момента, частота вращения коленчатого вала, количество оборотов на 1 км пути и часовой расход топлива к эксплуатационному. Это дает возможность определить энергетический параметр через объём выполненной работы, что позволяет комплексно оценить тяговые свойства транспортной машины при работе. Проводимые статические исследования режимов работы двигателя в характерных условиях эксплуатации позволяет выявить области преобладающих эксплуатационных частот вращения коленчатого вала. Производя подбор передаточных чисел трансмиссии можно добиться смещения этой области в сторону частот экологического движения по топливу, что в конечном счете позволит выбрать необходимые изменения в конструкции машины [2].

Создание колёсных агрегатных лесных машин по модульному принципу предполагает тот факт, что на всех лесных машинах установлены двигатели с высоким запасом крутящего момента. Такое обстоятельство не всегда выполняется ввиду проведения работ различного назначения в лесных условиях. Эксплуатационные испытания лесных агрегатных машин отечественного и зарубежного производства на предприятиях лесной отрасли подтвердили предположение о том, что малый запас крутящего момента приводят к снижению производительности машин на 11–17 %, потерям времени на остановки агрегата при переключении передач, более длительной работе машины на пониженных передачах.

В исследованиях авторов математическая модель двигателя внутреннего сгорания была взята с учётом его статической характеристики [1] изменения величины крутящего момента M_g от частоты вращения коленчатого вала ϕ_A и

го трактора, имеющих принципиальное отличие в силовом взаимодействии с пачкой деревьев. Это было отражено в системе уравнений, учитывающих изменение ускорений в основных элементах тягача, а также в трехмассовой модели пачки деревьев. Такой сравнительный анализ математических моделей позволил установить характерные отличия расчетных схем, составленных энергетическим методом.

Моделирование динамических процессов для различных типов прицепного технологического оборудования проводилось при одинаковых весовых, жесткостных и компоновочных параметрах систем. Рассматривался процесс трелевки пачки деревьев объемом $1,2 \text{ м}^3$ при скорости перемещения колесного тягача $4,57 \text{ км/ч}$, при одинаковых характеристиках микропрофиля волока. Оценка динамического нагружения трелевочной машины и технологического оборудования различной конструкции производилась по величинам крутящего момента на полуосях и значениям вертикальных ускорений на сидении водителя и в центре тяжести трелевочного оборудования. Полученные результаты обрабатывались методами математической статистики. Было установлено, что для всех типов прицепного технологического оборудования максимумы спектральных плотностей нормированной корреляционной функции проявляются дважды. Наибольшие значения вертикальных ускорений в центре тяжести технологического оборудования проявляются на частоте равной $2,3\text{--}2,5 \text{ с}^{-1}$. Второй пик динамических явлений вертикального характера проявляется на частоте $1,5\text{--}1,6 \text{ с}^{-1}$. Необходимо отметить, что вертикальные ускорения на сидении водителя проявляются на частотах $2,3\text{--}2,6 \text{ с}^{-1}$, причем характер изменения зависимостей для различных типов технологического оборудования примерно одинаков и отличие по абсолютной величине составляет $7\text{--}13\%$. Величины динамических процессов в центре тяжести технологического оборудования различного типа проявляются с максимальной амплитудой отклонений на частотах $2,2\text{--}2,6 \text{ с}^{-1}$.

Максимумы спектральных плотностей крутящих моментов на задних и передних полуосях проявляются в диапазоне частот $2,8\text{--}3,2 \text{ с}^{-1}$, при этом применение дополнительной опоры способствует их смещению в зону более высоких частот с одновременным снижением их абсолютного значения по величине.

Полученные результаты могут быть взяты в качестве исходных величин при моделировании динамики движения лесных машин в различных условиях работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Симанович, В. А. Оценка тягово-сцепных свойств трелевочных тракторов с усовершенствованной конструкцией несущей системы / В. А. Симанович, В. С. Исаченков // Тр. БГТУ. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – 2009. – № 2. – С. 116–119.

жения и вовсе не являются технологическими. К настоящему времени проработаны лишь некоторые вопросы в части анализа эксплуатационных свойств лесных машин как объектов выполняющих стационарные технологические операции. Дальнейшие исследования в данном направлении позволят сформировать основы комплексной оценки эксплуатационных потребительских качеств лесных машин с учетом интегрального влияния показателей эксплуатационных свойств при работе на стационарных операциях и при передвижении.

К примеру, в качестве обобщающего критерия эксплуатационной эффективности многооперационных лесозаготовительных машин может выступать величина удельного энергетического потенциала производительности [1]. В частности для харвестеров он имеет вид:

$$УЭПП_x = A_{\text{полн}}^x / \left(N_{1\text{пол}}^x t_1^x + N_{2\text{пол}}^x t_2^x + N_{3\text{пол}}^x t_3^x + N_{4\text{пол}}^x t_4^x \right) \frac{n_1}{T_{\text{ц}}^x},$$

где $N_{i\text{пол}}^x$ – величины полезно затрачиваемых мощностей при выполнении i -ых операций технологического цикла; $A_{\text{полн}}^x$ – суммарная работа, выполненная на рабочих операциях технологического цикла; n_1 – количество деревьев, обрабатываемых с одной технологической стоянки.

Обобщая изложенное, отметим, что на настоящем этапе исследований в области оценки потребительских качеств многооперационных лесных машин существует проблема выделения эксплуатационных свойств характеризующих машину как объект, выполняющий стационарные технологические операции. Для манипулятора харвестера, при выполнении стационарных технологических операций, могут быть выделены следующие эксплуатационные свойства: рабочая зона, силовая характеристика привода звеньев, плавность перемещения, способность воспроизводить необходимую траекторию движения рабочего органа (условно можно именовать данное свойство маневренностью), возможность относительного перемещения своих отдельных звеньев (подвижность) и др. Для харвестерных головок – это тяговые и сцепные свойства протаскивающих вальцов, способность копировать профиль ствола дерева, имеющего заданную величину кривизны, габаритные размеры, кинематические и силовые характеристики раскрытия/закрытия сучкорезных ножей и др.

УДК 629.3

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ
ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Д. И. ГОРОДЕЦКИЙ, В. Д. РОГОЖИН

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

В настоящее время дизельные двигатели, помимо использования на грузовой и коммерческой технике, получили широкое распространение и на легковых автомобилях. Дизельные двигатели обладают большим запасом по экологичности и топливной экономичности, поэтому их количество на автомобилях постоянно увеличивается. Неправильная работа дизельного двигателя влияет на расходы владельца ГСМ, а также ухудшает экологическую обстановку. В связи с этим, востребованность диагностирования дизельных двигателей постоянно возрастает.

Существует много различных методик диагностирования двигателей.

Методика диагностирования дизельных двигателей по составу отработавших газов позволяет оценить исправность двигателя быстро и без демонтажных работ, однако, с её помощью невозможно определить техническое состояние двигателя и его неисправности. Методика вакуумного диагностирования позволяет оценить техническое состояние двигателя, но ее недостатками является высокая трудоемкость и необходимость различных демонтажных работ на двигателе. Самый известный и популярный среди практиков – компрессионный метод. Положительные качества его очевидны – простота, доступность, универсальность. Однако этим методом можно лишь определить наличие или отсутствие компрессии в цилиндре. Развитие конструкций и систем современных дизельных двигателей влечет за собой необходимость развития диагностического оборудования и совершенствования методики диагностирования.

Усовершенствованная методика с постоянным нагружением позволяет оценить техническое состояние двигателя и определить его остаточный ресурс. Для диагностирования двигателя устанавливается максимальная подача топлива. Двигатель проверяется на всем диапазоне частоты вращения. По результатам диагностирования получают графики мощности, крутящего момента двигателя и его расход топлива. На основании полученных результатов определяется состояние двигателя и возможные неисправности.

Методика реализована в программной среде Mathlab Simulink. Рабочие процессы двигателя рассчитываются с помощью 4 основных блоков, в которых рассчитывается мощность двигателя, его крутящий момент, а также расход топлива в любой момент времени.

УДК 630*377.4

ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПАЧКИ ДЕРЕВЬЕВ С
ТРЕЛЕВОЧНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

В. А. СИМАНОВИЧ, В. С. ИСАЧЕНКОВ, С. Е. АРИКО, В. А. БОБРОВИЧ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Увеличение мощностных характеристик агрегатных лесных машин связано с возросшим количеством операций технологической направленности, требующих дополнительных затрат. Работа колесных лесных трелевочных тракторов осуществляется в сложных эксплуатационных условиях. Лесные транспортные средства представляют собой сложную динамическую систему при движении которой происходят колебательные процессы в трансмиссии, ходовой части, элементах технологического оборудования, вызванные внешними и внутренними источниками возмущения. Снижение динамических нагрузок на тех или иных режимах работы может быть достигнуто совершенствованием ходовой системы элементов трансмиссии, а также навесного оборудования за счет правильной компоновки и распределения опорных реакций под колесами транспортного средства. В настоящее время одной из главных тенденций в развитии теоретических исследований является разработка математических моделей на основе методов системного анализа и подхода к динамическим явлениям, возникающим внутри систем транспортного средства [1].

Взаимодействие колесного трелевочного тягача с пачкой деревьев осуществляется посредством технологического оборудования, в которое могут быть введены упруго-демпфирующие связи, а также системы обладающие определенными инерционными зависимостями. Особенно сложными являются режимы работы, в которых динамические явления в узлах и агрегатах невозможно описать известными зависимостями статистического и случайного характера.

Принципы построения расчетных схем и допущения, принятые при составлении математических моделей движения колесных трелевочных машин, оснащенных различным технологическим оборудованием предполагают нахождение независимых, изменяющихся во времени координат, определяющих положение всех масс, входящих в систему при рассмотрении переходных и установившихся режимов движения.

Расчетные динамические схемы описываются вертикальными и угловыми обобщенными координатами перемещения масс пачки деревьев, а также центра тяжести трактора и его основных узлов и агрегатов. Рассматривались три варианта технологического оборудования для колесного лесно-

– при выборе местоположения логистического центра необходимо учитывать количество уже существующих логистических центров и их загрузку;

– в месте нахождения логистического центра должны иметься подъездные пути, логистический центр должен иметь все необходимые коммуникации (электричество, связь, интернет).

Одним из перспективных мест для создания оптово-логистического центра в Могилевской области является Кричевский район на трассе Р 43 (Звенчатка – Кричев – Рогачев – Бобруйск – Ивацевичи).

Через район проходят железные дороги Орша – Унеча и Могилев – Рославль, а также автодороги Бобруйск – Кричев – Рославль, Кричев – Мстиславль, Москва – Брест, Кричев – Белица, Кричев – Ходосы.

Основу экономического потенциала района составляет промышленный сектор экономики, который представлен пятью предприятиями: ОАО "Кричевцементношифер", Филиал "Кричевский завод резиновых изделий" ОАО "Белшина", Обособленное структурное подразделение «Краснобудский винзавод» – ОАО «Климовичский ликеро-водочный завод», ОАО "Кричевский завод железобетонных изделий", Кричевский филиал ОАО «Булочно-кондитерская компания Домочай».

По итогам работы транспорта за 2014 г. в этом направлении перевезено грузов 58,3 млн т автомобильным транспортом и 43,3 млн т железнодорожным, что составило 108,9 % и 110,2 % к 2013 г. соответственно. Грузооборот автомобильного транспорта – 2032,4 млн т-км, железнодорожного – 4384,6 млн т-км. Это 104,0 % и 102,8 % по отношению к 2013 г.

Проектирование такого оптово-логистического центра в Кричевском районе Могилевской области позволит создать новые рабочие места, улучшить экономическую ситуацию в районе. Кроме того, будет стимулировать рост объемов продаж белорусских товаров за счет улучшения условий их поставок внутри страны и на экспорт. Повысится привлекательность Беларуси для товарных потоков, бизнеса и инвестиций за счет снижения транспортно-логистических издержек и рисков на ее территории. Как следствие, увеличится экспорт услуг.

Оптово-логистические центры, в зависимости от назначения, осуществляют комплекс логистических услуг по ответственному хранению грузов, таможенному оформлению, подготовке грузов к отправке, страхованию и транспортному экспедированию.

Кроме того, в логистических центрах работают объекты оптово-розничной торговли, технического обслуживания транспорта, комнаты отдыха или гостиницы, магазины, другие объекты, необходимые для обслуживания клиентов по принципу «одного окна».

Таким образом, учитывая выгодное географическое положение и транзитный потенциал Кричевского района Могилевской области, можно сделать вывод, что строительство оптово-логистического центра в этом направлении является целесообразным, обусловленным и экономически выгодным.

Моделирование, с использованием разработанного алгоритма, было проведено для двигателя VW 2.0 TDI (основные характеристики $M=320$ Н·м, $N=104$ кВт при $n=4300$ мин⁻¹). Полученные графики (рис. 1) без нагружения соответствуют заводским характеристикам данного двигателя.

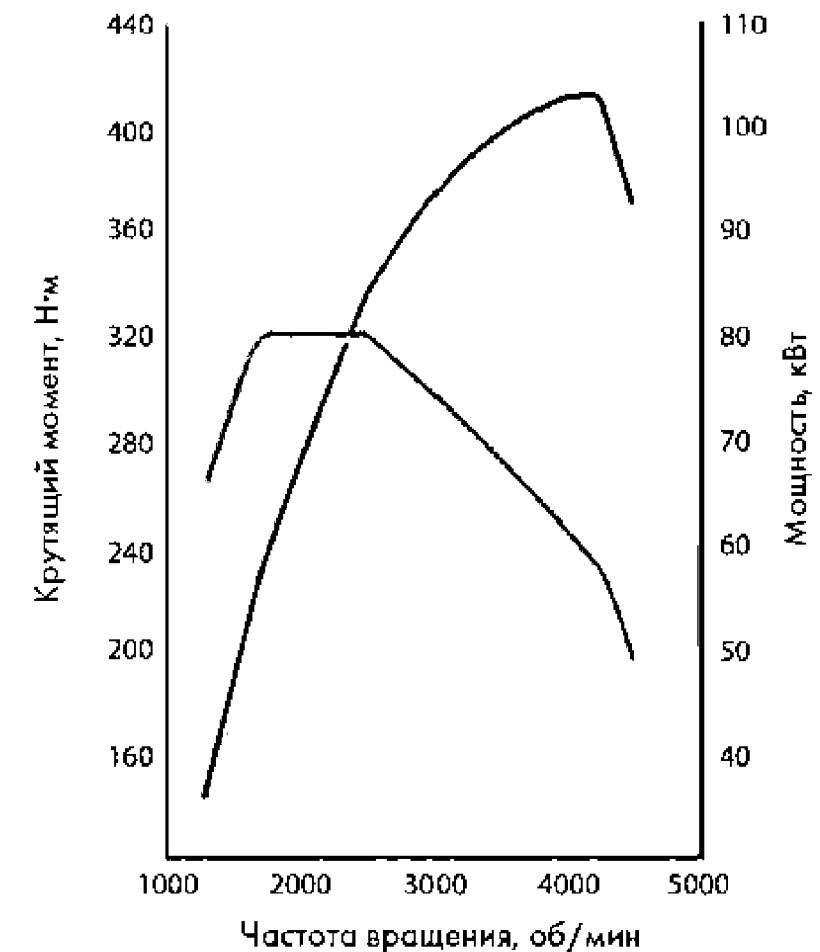


Рис. 1. Графики крутящего момента и мощности двигателя VW 2.0 TDI

Разработанная методика и компьютерная модель должны сократить время поиска неисправности дизельного двигателя и, соответственно, ускорить ремонт автомобиля. Успешным условием использования усовершенствованной методики является то, что необходимо знать параметры двигателя заданные заводом-изготовителем. При разработке базы с параметрами двигателей и её компьютеризации, полученная модель позволит сократить время оценки полученных результатов и ускорить подготовку к диагностированию двигателя.

Е. В. ЖАРАВОВИЧ, И. Н. ФОЙНИЦКАЯ, С. Ю. БИЛЫК
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

На почвенный покров Беларуси в настоящее время оказывается значительное антропогенное давление. В первую очередь это проявляется в накоплении в почвах республики различного рода технофильных элементов или продуктов техногенеза. Наиболее опасны продукты радиоактивного распада, которые загрязнили значительную часть почвенного покрова Беларуси после аварии на Чернобыльской АЭС.

К отрицательному техногенному фактору, который может стать чрезвычайной ситуацией, можно отнести чрезмерное применение минеральных удобрений и ядохимикатов. Широкое использование минеральных удобрений и ядохимикатов в сельскохозяйственном производстве порождает ряд экологических проблем, связанных с загрязнением почв.

Минеральные удобрения – один из факторов поддержания плодородия почвы в условиях постоянного выноса из нее биогенных элементов вместе с урожаем. Минеральные удобрения обеспечивают до 50 % прибавки урожая. Однако несбалансированное внесение в почву азотных, фосфорных и калийных удобрений может нанести серьезный вред. При избытке фосфорных удобрений в почве повышается количество фторидов, стронция, урана и некоторых других радиоактивных элементов, сопутствующих фосфоритам.

Повышенное содержание в почве калийных удобрений изменяет в ней соотношение одно- и двухвалентных катионов (K^+ и Ca^{++} с одной стороны, Mg^{++} – с другой). Уменьшение поступления магния и кальция в растения приводит к снижению фотосинтеза и урожая.

Избыточное количество в почве азота увеличивает содержание нитратов и нитритов в овощах, фруктах, молоке. Употребление высоко нитратных продуктов приводит к ряду патологических процессов в организме: поражаются желудочно-кишечный тракт, сердечно-сосудистая и центральная нервная системы. Попадая в кровь, нитраты преобразуются в нитриты, которые окисляют двухвалентное железо в трехвалентное. При этом образуются метгемоглобин, неспособный переносить кислород к тканям и органам, в результате чего может наблюдаться удушье. Угроза для жизни начинает возникать тогда, когда уровень метгемоглобина в крови достигает 20 % и выше. В нормальном состоянии у человека содержится в крови около 2 % метгемоглобина. Если его содержание возрастает до 30 %, то появляются симптомы острого отравления (одышка, тахикардия, цианоз, слабость, головная боль),

Т. А. СИМАКОВИЧ, В. Д. РОГОЖИН, С. С. МЫСЛИВЕЦ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В настоящее время формирование и развитие логистической системы в Республике Беларусь является одним из важнейших факторов экономического роста. Развитие логистической системы в Республике Беларусь включает создание транспортно-логистических, оптово-логистических (торговых) и многофункциональных логистических центров, которые призваны обеспечить преобразование грузопотоков, переработку и перемещение товаров от товаропроизводителя к товаропотребителю.

Оптово-логистические центры позволяют повысить эффективность оптовой торговли за счет ускорения оборачиваемости товаров, снижения затрат на товаропродвижение, повышения качества обслуживания. Целесообразность создания оптово-логистических центров обусловлена их высокой эффективностью, достигаемой за счет выполнения комплекса услуг по обработке товаропотоков.

Оптово-логистический центр – имущественный комплекс, включающий специально отведенный участок с расположенными на нем капитальными строениями (зданиями, сооружениями), оборудованием, предназначенный для оказания комплекса услуг, специализирующийся на оптовых партиях потребительских товаров и продукции производственно-технического назначения и предназначенный для оказания расширенного перечня услуг по их подготовке к реализации через систему розничной торговли.

Для успешного решения логистических задач в области международных перевозок грузов и формирования транспортных сетей, обеспечивающих наиболее экономически выгодную технологию перевозки и перевалки грузов, необходимо правильно определять месторасположение оптово-логистических центров. Для этого необходимо учитывать ряд критериев по которым происходит выбор локализации логистического центра. Основными критериями являются:

- логистические центры необходимо размещать в непосредственной близости транспортных магистралей, в местах пересечения основных маршрутов доставки грузов одним из видов транспорта (в транспортных узлах);
- необходимо учитывать величину грузопотока, проходящего через эту точку пространства или в непосредственной близости от нее, с целью обеспечения максимальной загрузки складских мощностей и инфраструктурных объектов;

ства, хозяйствами сигнализации и связи, электрификации и электроснабжения Белорусской железной дороги. Выполненная работа, в среднем, позволила снизить затраты на топливно-энергетические ресурсы для специального железнодорожного подвижного состава (СЖДПС) на 5 %, для средств малой механизации – на 25 %.

В результате выполненных исследований установлено, что около 65 % временных норм расхода топлива, использовавшихся ранее в условиях предприятий для железнодорожной техники и оборудования, являются завышенными, а около 10 % – заниженными. Такое положение дел характерно как для промышленных предприятий, так и для линейных подразделений Белорусской железной дороги и говорит о низкой эффективности использования нормирования как инструмента стимулирования рационального использования топливно-энергетических ресурсов. Использование завышенных норм, в большинстве случаев, ведет к хищениям, заниженных – к припискам времени наработки техники и необоснованному простоем на холостом ходу с целью увеличения данного времени, а также умышленной порче приборов учета времени наработки. В обоих случаях происходит увеличение затрат на топливно-энергетические и материальные ресурсы и, в конечном итоге, увеличение себестоимости продукции. Кроме того, в результате длительных простоев на холостом ходу, происходит закоксовывание цилиндропоршневой группы двигателей и снижение их моторесурса.

Наряду с нормами расхода светлых нефтепродуктов, указанные предприятия Белорусской железной дороги нуждаются в упорядочении механизма нормирования других эксплуатационных материалов: смазочных, технических, охлаждающих жидкостей и др. Нормативная база в данной сфере неполная либо отсутствует, вследствие чего контролирующие органы часто налагают взыскания на ответственных работников предприятий за списание данных материально-технических ресурсов без норм.

В настоящее время НИЦ ЭиЭТ БелГУТа проводит консультации с соответствующими службами Управления Белорусской железной дороги о разработке соответствующего нормативно-правового акта, необходимого для упорядочения данной сферы деятельности.

Таким образом, использование обоснованных норм расхода, наряду с другими организационно-техническими мероприятиями (оборудование техники приборами учета количества израсходованного топлива и времени наработки, техническими средствами контроля режимов работы, материальное стимулирование персонала и др.) позволяет значительно снизить затраты на эксплуатационные материалы для железнодорожного транспорта и оборудования.

при 50 % может наступить смерть. Если же за один раз принять 600–650 мг нитратов, то у взрослых уже развивается выраженное отравление. Смертельная доза нитратов для взрослого человека составляет 8–14 г, острое отравление наступает при дозе 1–4 г.

Около 50 % вносимых минеральных удобрений не достигает растений, вымываясь из почвы ливневыми и тальными водами. Попав в водоем, удобрения становятся питательной средой для фитопланктона. Обильно размножаясь, микроскопические водоросли вызывают, так называемое, цветение воды, приводящее к замору рыбы, отравлению наземных животных.

Несбалансированное внесение в почву удобрений повышает токсичность содержащихся в ней пестицидов. Пестициды – это средства химической защиты растений. Они защищают растения от сорняков, вредителей и возбудителей болезней и позволяют сохранить более 50 % урожая от уничтожения его на корню. Однако, как и любое вещество, пестицид при неправильном использовании становится загрязнителем среды. Особенно это относится к высокотоксичным соединениям.

Ежегодно сельхозпредприятиями в почву вносится сотни тонн пестицидов. Половина из них является химически устойчивыми соединениями, которые очень медленно разрушаются в природе, на долгие годы загрязняя почву, подземные воды, водоемы. Избыток пестицидов вызывает вырождение сортов культурных растений из-за усиления мутационного процесса, является причиной истончения скорлупы яиц у птиц и покровов икринок у рыб. Высокое содержание пестицидов сельскохозяйственной продукции может привести к отравлению людей.

Использование химических средств защиты нередко приводит к нарушению равновесия в природных экосистемах. Например, уничтожение какого-либо вида вредного насекомого лишает животных, которые питались им, кормовой базы. В результате их численность сокращается. Следствием этого может быть размножение других насекомых, для которых эти животные были естественными врагами. Возникает необходимость очередного применения пестицидов уже против новых вредителей. Однако многократное применение пестицида приводит к появлению у многих животных иммунитета – не чувствительности к ядохимикатам. Известно уже более 300 видов насекомых, устойчивых к пестицидам. У сотни видов насекомых возникли популяции, устойчивые к ядам, что заставляет искать новые дорогие препараты, усиливать химический пресс. Гибнет множество опылителей и, в связи с этим, резко снижается урожайность полей гречихи, бахчевых культур.

Неоптимальное внесение в почву минеральных удобрений, ядохимикатов и недостаточное количество органических удобрений – серьезная экологическая проблема. Большое значение в ее решении принадлежит повышению культуры сельскохозяйственного производства.

УДК 621.693

ВЫБОР ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ
ПРОИЗВОДСТВА

В. П. ИВАНОВ

Учреждение образования
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Новополоцк, Беларусь

Необходимость совершенствования выбора лучших технических решений обусловлена большим объемом работ, связанных с подготовкой производства, и их влиянием на надежность изготавливаемых или ремонтируемых машин и агрегатов.

Техническое решение – результат процедуры построения оптимальной структуры средства технологического оснащения (СТО) или технологического процесса. Требования к техническому решению следующие: содержание принципиально новых элементов; пригодность для разработки как СТО, так и технологического процесса; возможность применения в смежных процессах или устройствах (модульность); обеспечение производительности и качества; эффективность.

Оценочные критерии при выборе технического решения определены техническими и экономическими показателями, основными из которых являются показатели назначения, надежность и экономическая эффективность. При этом показатели назначения и надежности выступают в качестве ограничений (они должны быть обеспечены неукоснительно), а экономические – выступают в качестве параметров оптимизации (они должны быть минимальными или максимальными по смыслу).

Таким образом, технические решения, касающиеся создания средств и процессов производства на стадии их подготовки, связаны с выполнением заданной функции с последующим обеспечением нормативной безотказности и долговечности изделий с наименьшими затратами труда, материалов и энергии. Основная характеристика СТО – выполняемые ими функции. В то же время этими функциями описываются: технологический процесс, операция или ее часть. Это обуславливает общность подходов, с помощью которых описывают варианты решений и находят их лучшие структуры.

Выбор наилучшего технического решения основан на представлении различных сочетаний его элементов (число которых может измеряться тысячами) и поиска оптимального варианта с помощью процедур математического программирования. Оценочный критерий (параметр оптимизации) технического решения – сумма затрат на подготовку производства и его текущее обеспечение, отнесенных к одному изделию.

Различные технические решения могут быть описаны графами, множества вершин которых соответствует множествам элементов средств или

УДК 629.424.1:658.53

НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ ТЕХНИКИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ХОДУ

Ю. Г. САМОДУМ, А. П. ДЕДИНКИН

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
Гомель, Беларусь

Одной из важнейших задач народного хозяйства Республики Беларусь является обеспечение рационального использования топливно-энергетических и материальных ресурсов. Железнодорожный транспорт является крупнейшим в республике потребителем светлых нефтепродуктов, расходуемых, главным образом, на эксплуатацию подвижного состава и обеспечение вспомогательных нужд. На Белорусской железной дороге светлые нефтепродукты (прежде всего дизельное топливо) потребляют как тяговый подвижной состав – тепловозы, так и вспомогательный – специальная техника, предназначенная для содержания путевого, энергетического и других хозяйств дороги (автомотрисы, дрезины, мотовозы, краны, путеукладчики). Широко распространено также дополнительное оборудование (автономные электростанции, насосные установки, «малая механизация» и др.).

В настоящее время Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта» является единственной аккредитованной на территории Республики Беларусь организацией, осуществляющей разработку норм расхода топлива на железнодорожный подвижной состав, машины, механизмы и оборудование (аттестат аккредитации ВУ/112 02.1.0.0928 от 24.11.2000 г.). В 2011 г. Научно-исследовательским центром «Экологическая безопасность и энергосбережение на транспорте» БелГУТа (НИЦ ЭиЭТ) разработана и согласована в БелГИМ МВИ.МН 4076-2011 «Методика выполнения измерений расхода топлива при разработке норм расхода топлива на железнодорожный подвижной состав, машины, механизмы и оборудование».

Использование научно-обоснованных норм является одним из перспективных путей снижения расхода светлых нефтепродуктов и материальных ресурсов при эксплуатации железнодорожного транспорта, обеспечивающих возможность объективной оценки работы техники и персонала, а, следовательно, позволяющих принимать эффективные решения по экономии энергоресурсов. Наличие адекватных норм расхода эксплуатационных материалов стимулирует к их рациональному использованию, помогает предотвращать хищения.

Так, начиная с 2008 г. НИЦ ЭиЭТ БелГУТа разработано свыше 500 норм расхода топлива для всей номенклатуры техники и средств малой механизации, эксплуатируемых линейными предприятиями путевого хозяй-

Например, если текущее значение $\frac{dR}{dt} = \text{tg}\alpha_2$ превышает заведомо установленное значение производных сил в опорах i -ой силы, то это означает прогноз ожидаемого превышения ускорения на сиденье водителя или пробой подвески. При этом явление ударного нагружения подвески характеризуется быстрым темпом роста скорости изменения угла α (см. рис. 1). Следовательно, универсальным и адаптивным критерием формирования сигналов управления упруго диссипативными характеристиками подвески является предельное значение $\frac{dR}{dt} = \text{tg}\alpha_{1,2}$, которое можно определить на основе результатов моделирования или экспериментальных исследований. При условии, что $\alpha_2 > \alpha_1$ АВС формирует сигнал управления (α_1 – наперед заданный угол). Алгоритм управления упруго-диссипативными характеристиками подвески на силовом анализе представлен на рис. 2.

Сравнительные результаты машинного эксперимента АВС и пассивной виброзащитной системы (ПВС) представлены на рис. 3.

Анализ результатов моделирования показал, что алгоритм АВС на силовом анализе эффективно гасит колебания сиденья водителя колесной машины в широком диапазоне частот колебаний сиденья водителя колесной машины, и адаптивен к возмущающим воздействиям опорной поверхности.

Рис. 2. Алгоритм АВС на силовом анализе

Рис. 3. Изменения ускорений сиденья водителя колесной машины с ПВС и АВС

процессов, а множество дуг – приведенными затратами на создание и функционирование этих элементов. Каждая составляющая технического решения необходима, а все вместе они достаточны для построения технологического процесса или создания технического объекта.

Оптимизация решения выражается в поиске кратчайшего пути по высоте из вершины верхнего яруса в одну из вершин нижнего яруса графа а, соответственно, подмножество вершин на этом пути определяют содержание оптимального технического решения. Поскольку факторы и параметры оптимизации заданы в целочисленном виде, оптимальную структуру решения находят с применением динамического программирования. Кратчайший путь в виде затрат Z_{i+1} между указанными вершинами определяют с помощью принципа оптимальности Р. Беллмана, используя свойство аддитивности целевой функции по составным частям процесса, для чего решают рекуррентное уравнение в каждой вершине графа

$$Z_{i+1} = \min (\text{по всем вершинам графа}) [Z_{(i+1)-1} + Z_i],$$

где i – индекс шагов решения; Z_i – затраты на выполнение i шагов при условии, что соответствующий участок графа выбран оптимальным образом; Z_{i+1} – затраты, отнесенные к $i+1$ шагам; $Z_{(i+1)-1}$ – затраты, отнесенные к присоединению $(i+1)$ -ой шага процедуры к i его шагам.

Затраты на подготовку и выполнение одной технологической операции или создание технологического объекта включают: капиталовложения в здания, оборудование, оснастку (приспособления и долговечный инструмент, типа борштанг); текущие затраты на амортизацию основных фондов; затраты на использование по назначению (работу), поддержание (техническое обслуживание) и восстановление ресурса (ремонт) оборудования и приспособлений; стоимость материалов и энергии в объеме их норм расхода; заработную плату с начислениями; утилизацию отходов.

Выбранные на графе направления движения из его вершин обозначают стрелками. Эти связи обуславливают оптимальные сочетания частей решения на предыдущих шагах с составляющими решения на последующем шаге. Расчеты при этом ведут от вершин нижнего их ряда к верхней вершине. В вершины графа вписывают значения Z_{i+1} . Двигаясь в найденных направлениях сверху вниз через одну из вершин каждого яруса графа, находят сочетание частей устройства или операций, которое, при прочих равных условиях, обеспечивает наименьшие затраты на реализацию технического решения.

Предложенные методы поиска технических решений отличаются наглядностью, эффективностью, комплексностью и универсальностью. Изменяющееся соотношение затрат на материалы, энергию и заработную плату и появление новых технических решений требует периодического пересмотра результатов оптимизации.

КИ-ЙОНГ ЧОЙ, *О. В. БИЛЫК, Н. П. АМЕЛЬЧЕНКО, *С. Ю. БИЛЫК

Государственное научное учреждение
«ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ НАН Беларуси»
*Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Могилев Беларусь

При исследовании вынужденных колебаний масс используются различные расчетные схемы с упруго-диссипативными связями (рис. 1).

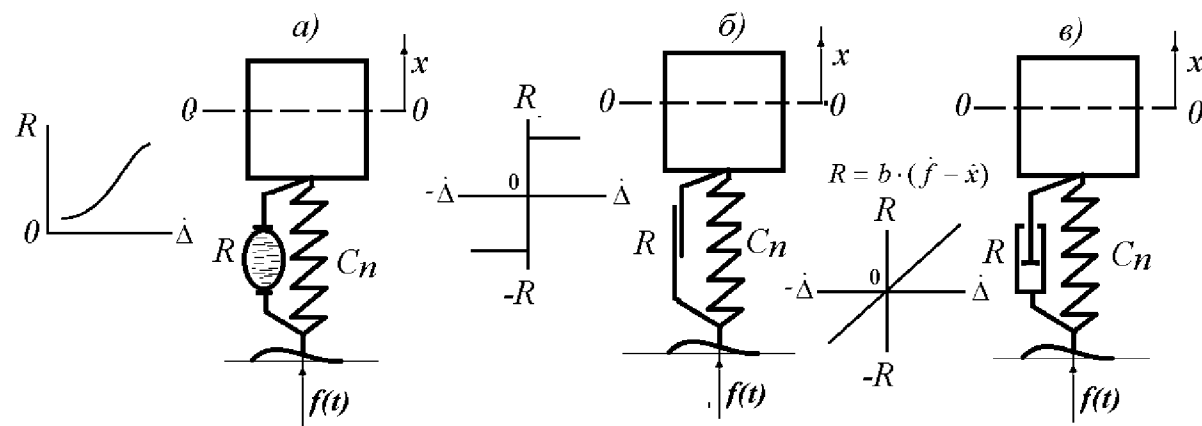


Рис. 1. Расчетные схемы колебаний масс с одной степенью свободы: а – расчетная схема колебаний массы с нелинейной характеристикой; б – расчетная схема колебаний массы с сухим трением; в – расчетная схема колебаний массы с вязким сопротивлением.

В общем виде дифференциальное уравнение вынужденных колебаний массы, совершающей поступательное движение можно записать в виде:

$$m \cdot \ddot{x} + f(\dot{x}) + c \cdot x = H \cdot \sin \omega \cdot t, \quad (1)$$

где $R = f(\dot{x})$ – сила сопротивления движению массы тела; $f = H \sin \omega \cdot t$ – гармоническая воздействия (p – частота гармонического воздействия).

В случае, когда сила R представляет собой нелинейную функцию, зависящую от скорости \dot{x} дифференциальное уравнение (1) является нелинейным. Для решения нелинейного дифференциального уравнения запишем функцию $f(\dot{x}) = b \cdot \dot{x}$, где b – коэффициент вязкого сопротивления, который определяется из условия равенства работ силы сопротивления $R = f(\dot{x})$ за один период и эквивалентная сила $R = b \cdot \dot{x}$ (условие приведения сил). Тогда нелинейное уравнение (1) можно представить в виде линейного уравнения, в

И. С. САЗОНОВ, В. А. КИМ, С. Ю. БИЛЫК

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

Анализ алгоритмов современных АВС показывает, что все они основаны на измерении и анализе кинематических параметров колебаний поддресоренных масс колесных машин (перемещение, ускорение), которые затрудняют выбор однозначного критерия формирования сигнала управления исполнительными элементами подвески (упругий элемент, амортизатор). С целью повышения эффективности алгоритма АВС предлагается повысить информативность АВС за счет использования новых источников информации – сил, действующих в опорах подвески сиденья водителя колесной машины, пропорциональных ускорениям колеблющихся масс. Так как силы, действующие на опоры подвески сиденья, пропорциональны угловым и вертикальным ускорениям, то:

$$m \cdot \ddot{z} = R; \quad R = \sum_{i=1}^n F_i; \quad J_i \cdot \ddot{\alpha}_i = \sum_{i=1}^3 M_i(R), \quad (1)$$

где m – масса сиденья с водителем; \ddot{z} – ускорение вертикального перемещения; R – главный вектор всех сил, действующих на опоры подвески сиденья водителя; F_i – силы в опорах сиденья; J_i – главные моменты инерции массы сиденья с водителем; $\ddot{\alpha}_i$ – угловые ускорения; $M_i(R)$ – главный вектор моментов всех сил в опорах сиденья.

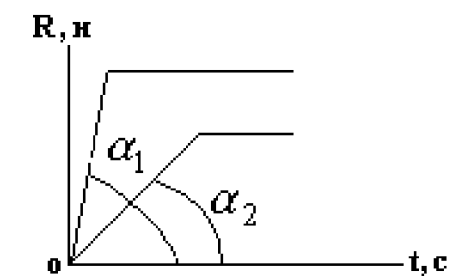


Рис. 1. Схема нарастания сил в опорах подвески сиденья

Так как скорость нарастания главного вектора сил R (рис. 1) на опоры подвески сиденья в каждый момент времени можно определить по производным $\frac{dR}{dt} = \operatorname{tg} \alpha_1$, то данную производную можно использовать при формировании сигнала управления упруго-диссипативными характеристиками подвески.

ЭГПК $p_{\text{ВЫХ}}$ (на входе в гидроцилиндр); изменения давления источника питания $p_{\text{ГЛ}}$.

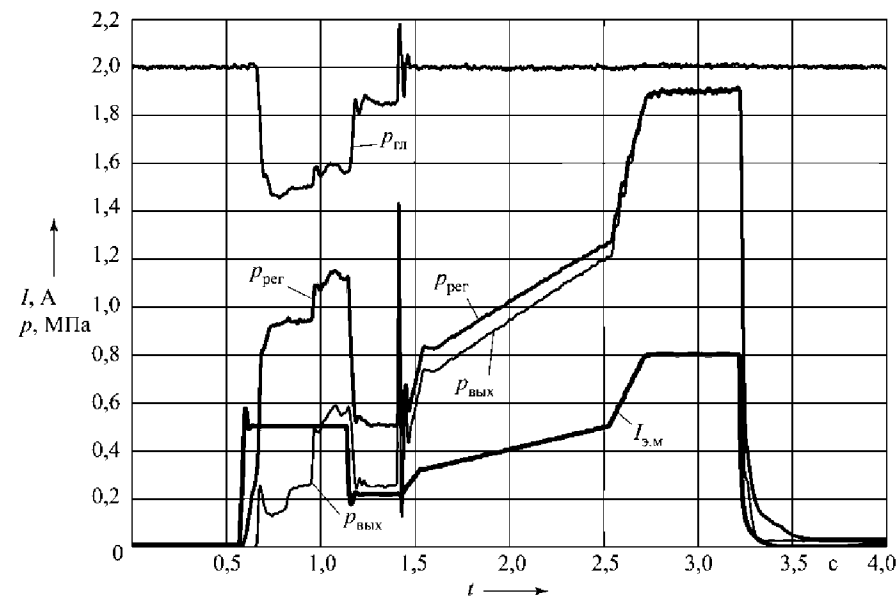


Рис. 1. Рабочие характеристики электрогидравлического пропорционального клапана

Полученные характеристики отвечают предъявляемым требованиям, протекают плавно и обеспечивают достаточно четкое следование характеристик $p_{\text{рег}}$ и $p_{\text{ВЫХ}}$ за изменением тока $I_{\text{Э.М}}$. Время запаздывания формирования выходного сигнала ЭГПК по отношению к управляющему сигналу тока составляет 25...30 мс и находится на уровне зарубежных аналогов.

Значения величин тока включения регулятора давления $I_{\text{рег}}$ и регулятора-распределителя $I_{\text{ВЫХ}}$ находятся на достаточно низком уровне, что позволяет получить широкий диапазон регулирования их выходных характеристик и обеспечить высокое качество управления процессом включения фрикциона.

Полученные результаты позволяют заключить, что создана отечественная надёжно функционирующая конструкция электрогидравлического пропорционального клапана для управления фрикционами гидромеханической передачи посредством мехатронной системы автоматического управления. Она может быть использована на всех самосвалах БЕЛАЗ с гидромеханической передачей, оснащённых мехатронной системой автоматического управления.

котором эквивалентный коэффициент вязкого сопротивления b для различных значений частот ω и амплитуда колебаний A_g имеют различные числовые значения.

Рассмотрим вынужденные колебания массы при сухом трении F . Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний с сухим трением также представляет собой нелинейное уравнение. Положим, что решение уравнения установившихся вынужденных колебаний массы имеет вид:

$$x = A_g \cdot \sin(p \cdot t - \varepsilon), \quad (2)$$

где ε – угол сдвига фазы колебаний.

Из уравнения (2) получим уравнение скорости перемещения массы

$$\dot{x} = \omega \cdot A_g \cdot \cos(\omega \cdot t - \varepsilon). \quad (3)$$

Работа силы трения F за один цикл колебаний массы запишется в виде:

$$W = -4 \cdot A_g \cdot F. \quad (4)$$

Определим величину энергии диссипации в случае, когда сопротивление движению тела пропорционально скорости, т. е.

$$Q_R = -b \cdot \dot{x} = -b \cdot \omega \cdot A_g \cos(\omega \cdot t - \varepsilon). \quad (5)$$

Значение коэффициента вязкого сопротивления b из уравнений (4) и (5)

$$-\pi \cdot b \cdot A_g^2 \cdot \omega = -4 \cdot A_g \cdot F. \quad (6)$$

Из уравнения (6) получим формулу расчета вязкого сопротивления

$$b = \frac{4F}{\pi \cdot A_g^2 \omega}. \quad (7)$$

Полученное значение вязкого сопротивления b показывает, что он зависит от силы трения F , амплитуды колебаний A_g и частоты вынужденных колебаний ω .

Применяя метод эквивалентного коэффициента вязкости, можно найти приближенное уравнение для определения амплитуды установившихся вынужденных колебаний в случае, когда сопротивление движению пропорционально квадрату скорости.

УДК 629.113

ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ
АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРЕВЕНТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ
ПРИВОДАМИ КОЛЕС АКТИВНЫХ ПРИЦЕПОВ/ПОЛУПРИЦЕПОВ
АВТОТРАКТОРНЫХ ПОЕЗДОВ

*КИ-ЙОНГ ЧОЙ, И. С. САЗОНОВ, В. А. КИМ, В. И. ТИМОФЕЕВА

Государственное научное учреждение

*«ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ НАН Беларуси»

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Минск Беларусь

Бортовые электронные системы находят широкое применение на колесных тракторах общего назначения и исполняют функции систем управления, диагностики и т.д. Ведущие мировые фирмы Case, Deutz-Fahr, Fendt, New Holland, John Deere, Massey Ferguson продолжают совершенствовать электронные бортовые системы тракторов, повышающие безопасность, улучшающие условия труда водителя и качество диагностики узлов и агрегатов.

На современных тракторах используются электронные системы управления автоматического переключения коробки передач (КП). Например, фирма SAME предлагает тракторы с КП Multispeed, осуществляющие автоматическое переключение передач в зависимости от выходной мощности двигателя. Управляющая система в зависимости от мощности двигателя устанавливает соответствующий режим работы – SOFT (экономный) или HARD (максимальные возможности). Multispeed позволяет повысить производительность, сократить время выполнения заданной операции, снизить расход топлива и затраты.

Одним из недостатков предлагаемых Multispeed систем управления являются источники информации – датчики измерения кинематических параметров, производящие измерение скорости трактора, угловые скорости вращения валов КП и колес трактора. Из-за тяжелых условий работы трактора (пыль, грязь, вибрации и. п.) выходные сигналы от датчиков весьма нестабильны.

В настоящее время трактора с приводом на четыре колеса пользуются большим спросом из-за их повышенной проходимости, что объясняется полным использованием сцепного веса трактора. Повышение тяговой динамики колесного трактора и автомобиля с колесной формулой 4x2 осуществляют с помощью блокировки межколесных дифференциалов. Причем блокировку дифференциалов используют во время полевых работ при скоростях трактора до 15 км/ч, и она автоматически отключается при углах поворота управляемых колес более 20° и скоростях более 15 км/ч.

УДК 621.33

ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЙ КЛАПАН УПРАВЛЕНИЯ ФРИКЦИОНАМИ
ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ

В. С. САВИЦКИЙ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

На карьерных самосвалах БЕЛАЗ с гидромеханическими передачами (ГМП) осуществляется внедрение и использование мехатронной системы автоматического управления (МСАУ).

МСАУ осуществляет выбор передач и включение фрикционов по соответствующим алгоритмам. Кроме того, она в режиме реального времени осуществляет мониторинг технического состояния ряда основных механизмов МСАУ и ГМП.

Одним из важнейших компонентов МСАУ является электрогидравлический пропорциональный клапан (ЭГПК) управления фрикционом ГМП. Каждый фрикцион коробки передач и фрикцион блокировки гидротрансформатора снабжен отдельным ЭГПК, обеспечивающим заданные характеристики включения и выключения фрикционов.

Для карьерных самосвалов БЕЛАЗ грузоподъемностью 45–60 т разработан двухступенчатый ЭГПК. Первая ступень представляет собой пилотный клапан сливного типа, обеспечивающий формирование заданной характеристики изменения управляющего давления рабочей жидкости, т. е. является регулятором давления. Он состоит из гидроклапана с запорно-регулирующим элементом шарикового типа и пропорционального электромагнита. Вторая ступень выполняет функции управления потоками рабочей жидкости и усиления управляющего сигнала, т. е. является регулятором-распределителем. Он представляет собой золотниковый многопозиционный дросселирующий клапан с обратной связью по давлению. В полости управления, образованной торцом золотника и шариковым запорно-регулирующим элементом, установлен дроссель, который позволяет снизить колебания управляемого давления, и тем самым, повысить стабильность характеристик клапана. Для снижения утечек рабочей жидкости из регулятора давления в канале его питания последовательно установлены два дросселя.

На рис. 1 представлены рабочие характеристики данного ЭГПК. Для их определения осуществлялись включения гидроцилиндра стенда, имитирующего гидроцилиндры фрикциона, и выполнялась запись следующих процессов: изменения тока $I_{э.м}$, подаваемого на обмотку электромагнита; изменения давления на выходе регулятора $p_{рег}$; изменения давления на выходе

Усовершенствованная методика диагностирования дизельного ДВС переменным нагружением реализована в программной среде MathLab посредством взаимодействия трех основных типов блоков: входных данных, обработки и расчета промежуточных данных и выходных (цифровых, графических) данных. По данной методике была смоделирована работа дизельного ДВС Volkswagen 1.9 TDI (95 кВт, 130 л.с.) при полной подаче топлива с постепенным увеличением и последующим уменьшением нагрузки, максимальная нагрузка ($M_n = 100 \text{ Н.м}$) при максимальном крутящем моменте ($M_{\max} = 310 \text{ Н.м}$, $n = 1900\text{--}2500 \text{ мин}^{-1}$), минимальная нагрузка при минимально устойчивой и максимально допустимой частоте вращения коленчатого вала. Графическая зависимость дизельного ДВС Volkswagen 1.9 TDI при переменном нагружении показана на рис. 1.

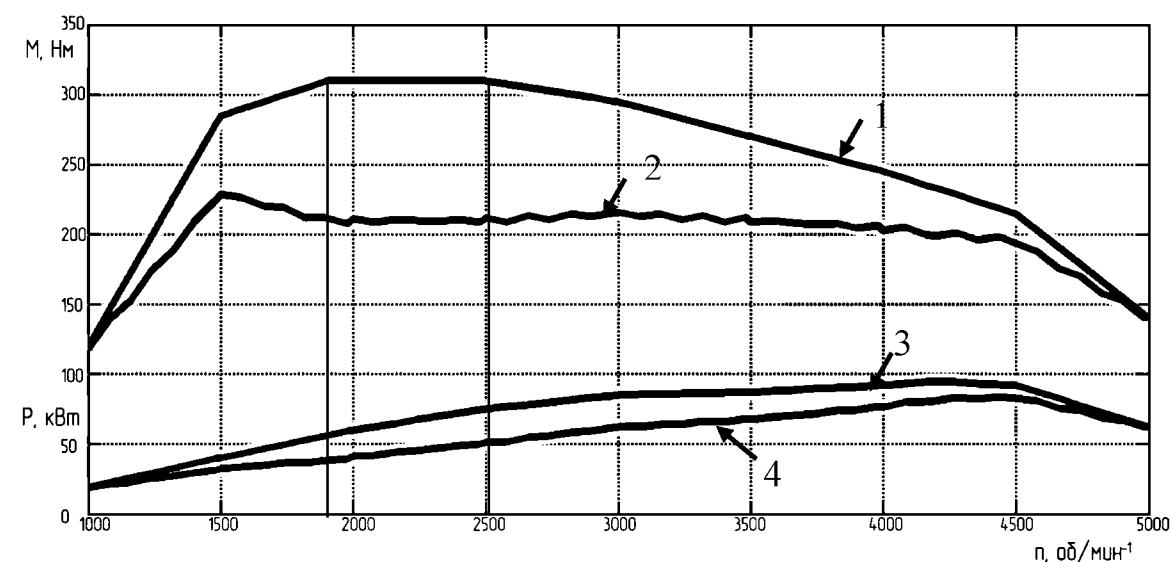


Рис. 1. Графическая зависимость момента и мощности ДВС Volkswagen 1.9 TDI от частоты вращения при переменном нагружении

На рис. 1 позициями 1 и 3 отмечены кривые момента и мощности двигателя, соответствующие испытаниям проведенным заводом-изготовителем. Позициями 2 и 4 – кривые при проведении испытания переменным нагружением, анализируя которые можно делать выводы о состоянии двигателя.

Разработанная методика диагностирования основана на алгоритме, использование которого предоставляет возможности решения большинства проблем и выявления недостатков, присущих известным методам диагностирования ДВС.

Алгоритм управления блокировкой дифференциала основан на идентификации порогового значения разности угловых скоростей вращения колес ведущих мостов трактора. При разности угловых скоростей колес мостов более чем на 1–5 % автоматическая система производит блокировку дифференциалов. Одним из недостатков алгоритмов блокировки дифференциалов является использование информации о скоростях вращения колес трактора. Их стабильность в сложных условиях эксплуатации трактора (пыль, грязь) не обеспечивает стабильность выходных сигналов.

Во многих случаях технические проблемы автоматических систем управления связаны с количеством информационных каналов. Например, системы управления двигателем, позволяющие снизить расход топлива, ограничить эмиссию вредных химических веществ в атмосферу, требуют использования 20 датчиков. Следовательно, одной из задач создания бортовых электронных систем колесных машин является повышение информативности их источников.

Как известно, в настоящее время системы активной безопасности, такие как антиблокировочные (ABS), противобуксовочные системы (SRS), автоматические системы курсовой устойчивости движения (ESP) стали штатными атрибутами автомобилей и автопоездов. Однако на тракторах они все еще не находят широкого применения, и это связано, прежде всего, с источниками их информации.

В с/х производстве широкое применение находят тракторные поезда с прицепами/полуприцепами. Их эксплуатация по дорогам с низким коэффициентом сцепления требует использования автоматических систем управления, повышающих тяговую динамику.

Проблема передачи мощности к активным прицепами/полуприцепам является актуальной и для автотракторных поездов. Например, при движении автотракторных поездов по наклонной поверхности дороги с низким коэффициентом сцепления колес возникает необходимость в использовании сцепного веса прицепов/полуприцепов. Кроме того, с точки зрения безопасности автотракторных поездов на склоне, они должны быть оснащены системами автоматического отключения тормозной системы прицепов/полуприцепов, чтобы исключить скатывание при разрыве связи со сцепным устройством тягача.

Создание алгоритмов автоматического превентивного привода колес активных прицепов/полуприцепов требует решения задач автоматической идентификации условий сцепления колес, режимов движения тягача (трактора, автомобиля) с целью обеспечения превентивной подачи мощности к колесам прицепов/полуприцепов. Решение данной проблемы, прежде всего, связано с созданием алгоритма превентивной подачи мощности к колесам активного прицепа/полуприцепа на основе высокоинформативных источников.

УДК 656.11.05

ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРИМЕНЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ

Н. А. КОВАЛЕНКО, *Ю. В. ГОНЧАРОВ, В. П. ЛОБАХ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Учреждение образования

* «МОГИЛЕВСКИЙ ИНСТИТУТ МВД Республики Беларусь»

Могилев, Беларусь

Рост численности автомобилей в Республике Беларусь способствует увеличению потерь от дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Зачастую эти ДТП являются следствием повышения интенсивности дорожного движения и отставанием от нее пропускной способности улично-дорожной сети (УДС) населенных пунктов или дорог, несоответствием существующих методов и технологий организации дорожного движения современным требованиям.

Решение указанной проблемы возможно лишь при развитии и модернизации УДС, однако, это потребует значительных финансовых, материальных и трудовых ресурсов, а сам процесс займет большой временной период. Поэтому, для повышения пропускной способности уже существующей улично-дорожной сети, наиболее полного использования ее возможностей, необходимо повысить эффективность применения стационарных дорожных знаков (СДЗ) так, чтобы их количество и номенклатура удовлетворяла требованиям безопасности дорожного движения и, одновременно, соответствовала бы сложившейся интенсивности движения автотранспортных средств в конкретных дорожных условиях.

Для этого предлагается методика обследования рассматриваемой улицы или дороги на предмет оценки соответствия установленных на ней СДЗ требованиям безопасности дорожного движения и обеспечения требуемой пропускной способности. Она включает в себя несколько последовательных этапов: постановку задачи обследования; разбиение дороги (улицы) на характерные участки; обследование и анализ необходимости и достаточности установленных на каждом выделенном участке СДЗ; выявление влияния установленных СДЗ на снижение пропускной способности рассматриваемого участка; разработка рекомендаций по совершенствованию дислокации дорожных знаков.

На первом этапе необходимо четко сформулировать задачи обследования, т. е. указать, что наиболее важно в данном случае: повысить только безопасность движения и (или) повысить пропускную способность улицы или дороги. Для этого целесообразно проанализировать статистику произошедших на ней ДТП, оценить интенсивность движения автомобилей и ее соот-

УДК. 629.3

ВЫЯВЛЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ
ПЕРЕМЕННОМ НАГРУЖЕНИИ

А. В. РЕЗНИКОВ, В. Д. РОГОЖИН

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Условия эксплуатации колесных транспортных средств диктуют необходимость частых изменений режимов движения. Поэтому двигатели внутреннего сгорания (ДВС) обычно работают на установившихся режимах лишь короткие промежутки времени, часто переходя с одного режима на другой, причём скоростные и нагрузочные режимы могут изменяться независимо друг от друга. Это означает, что при любой частоте вращения коленчатого вала нагрузка ДВС может изменяться от минимальной до максимальной.

Для определения динамических и экономических показателей, а также оценки регулировочных параметров проводятся стендовые испытания двигателей на специальных тормозных стендах, позволяющих нагружать двигатель и поглощать развиваемую им мощность во всем диапазоне режимов работы. Испытания проводятся в соответствии с действующими нормативными документами и ГОСТ 14846-81.

На показатели работы автомобильного ДВС одновременно воздействует большое число факторов, учесть совместное влияние которых практически невозможно. Поэтому испытания проводят при задании некоторых неизменных условий (постоянный скоростной режим двигателя, постоянное положение органа управления подачей топлива и т.п.). Для получения внешней скоростной характеристики производят испытания при полной нагрузке, что позволяет определить основные параметры ДВС, такие как: эффективную мощность, крутящий момент, часовые и удельные расходы топлива и др. Данный метод широко используется на практике и дает полную картину состояния двигателя на предельных нагрузках, но ему присущи такие недостатки, как:

- невозможность получения информации о состоянии ДВС на различных режимах работы (близких к эксплуатационным);
- большие затраты топлива и электроэнергии;
- невозможность учета внесенных изменений в конструкцию и настройки двигателя (например, чип-тюнинг);
- невозможность частного подхода к проведению испытания в зависимости от состояния двигателя;
- невозможность определения удельного и часового расходов топлива, коэффициента избытка воздуха от степени загрузки ДВС.

УДК 629.113
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ АКТИВНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ ДВУХКОЛЕСНОГО МОТОЦИКЛА

М. Л. ПЕТРЕНКО, А. В. ЮШКЕВИЧ, А. С. МЕЛЬНИКОВ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Экспериментальные исследования системы активной безопасности мотоцикла, действующей на основе силового анализа реализуемого тормозного момента и боковых сил в пятне контакта колеса с опорной поверхностью, были направлены на исследование управления тормозными моментами на колесах мотоцикла в процессе торможения.

В ходе экспериментальных исследований работы САБ двухколесного мотоцикла была разработана имитационная модель трехмерного механического дискового тормоза с функцией управления тормозного момента с применением программного комплекса «Универсальный механизм» 7.5.0.4, которая дает возможность выполнить расчет динамической нагруженности и усталостной долговечности элементов конструкции механического дискового тормоза. Исследования влияния параметров тормозного механизма на выходные характеристики САБ мотоцикла, выполненные с помощью модели механического дискового тормоза, позволяют получить зависимости выходных характеристик от параметров тормозного механизма при изменяющихся условиях работы системы.

Проведение экспериментальных исследований САБ двухколесного мотоцикла на экспериментальном стенде при длительном цикле имитации работы системы и ее механизмов позволило осуществить проверку работы механического дискового тормоза с подключенным силовым исполнительным механизмом, управляемым разработанным электронным блоком управления, осуществлялось сбор, обработку информации и выработку управляющего сигнала. Вращение колеса мотоцикла со смонтированной на нем системой осуществлялось от внешнего привода.

Проведение экспериментальных исследований дает возможность получить данные, подтверждающие расчетные значения выходных характеристик системы в зависимости от параметров тормозного механизма и исполнительных элементов, управляемых блоком обработки информации системы активной безопасности мотоцикла, действующей на основе силового анализа реализуемого тормозного момента и боковых сил в пятне контакта с опорной поверхностью. Это дает возможность более эффективно управлять процессом движения мотоцикла в процессе торможения.

ветствие пропускной способности в пиковые периоды времени. По результатам этого этапа принимается решение о целесообразности проведения последующих этапов обследования и анализа эффективности применяемых СДЗ.

В случае, если они необходимы, т. е. проводят разбивку рассматриваемой дороги или улицы на характерные участки. Поскольку перекрестки оказывают доминирующее влияние на пропускную способность дороги и на них происходит значительное количество ДТП, то характерные участки дороги лучше выбирать из следующего перечня: от перекрестка – до перекрестка; от перекрестка – до пешеходного перехода (или наоборот); от перекрестка до железнодорожного переезда (или наоборот); от начала населенного пункта до перекрестка; от перекрестка до окончания населенного пункта; от окончания населенного пункта до перекрестка или следующего населенного пункта.

На третьем этапе проводится непосредственно выяснение обследования необходимости и достаточности всех установленных в прямом и обратном направлении движения СДЗ на каждом рассматриваемом участке на предмет обеспечения требований безопасности движения. Обследование следует проводить в периоды времени, характеризующиеся наиболее интенсивным движением. Если ставится задача повышения и пропускной способности на рассматриваемом участке, то необходимо оценить степень влияния на нее установленных СДЗ. Также, в целях повышения безопасности движения, необходимо проанализировать необходимость установки дополнительных знаков: предупреждающих, запрещающих, предписывающих, приоритета, информационно-указательных, сервиса и дополнительной информации. Для реализации этого этапа предлагается использовать алгоритмы, разработанные авторами. Они сформированы с учетом требований стандартов Республики Беларусь: СТБ 1140-99 «Знаки дорожные. Общие технические условия» и СТБ 1300-2007 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения».

На заключительном этапе разрабатываются в окончательном виде рекомендации по совершенствованию дислокации дорожных знаков, например, путем использования знаков дополнительной информации или путем оперативного управления СДЗ: их включением или выключением, коррекцией зоны, направления или времени действия и др. С учетом того, что практически на всех характерных участках есть перекресток, то отдельно (из-за сложности процесса) может рассматриваться вопрос необходимости применения или совершенствования уже существующего на нем светофорного регулирования.

В. П. ЛОБАХ, В. В. ГЕРАЩЕНКО, А. К. ШОЦКИЙ, И. Л. ТРОФИМЕНКО

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Топливо-важнейший эксплуатационный материал на автомобильном транспорте, доля которого в себестоимости перевозок составляет 15–20 %. Поэтому проблема энергетической безопасности для нашей страны является важнейшей и, учитывая значительное потребление энергоресурсов автомобильным транспортом, следует искать возможные пути их экономии. Один из них – правильное нормирование его на стадии планирования перевозок. Однако на практике этот путь не решает указанную проблему лишь по той причине, что выбрать водителем экономичный режим движения не представляется возможным [1]. Реальным представляется разработка и использование устройства, которое в любой момент времени информирует водителя об экономичности режима движения автомобиля [2].

Известно, что экономичность работы ДВС оценивается удельным эффективным расходом топлива g_e [3] и определяется по выражению:

$$g_e = 1000 * G_T / M_e * \omega, \text{ г/кВт} * \text{ч},$$

где G_T – часовой расход топлива, кг/ч; M_e – эффективный крутящий момент, Н·м; ω – угловая скорость коленчатого вала, с^{-1} .

При этом каждый скоростной режим имеет наименьшее значение $g_{e \min}$, которое может быть параметром, определяющим экономичный режим движения.

Исследования авторов с использованием стенда (рис. 1) и построенная нагрузочная характеристика ДВС (рис. 2) подтвердили наличие $g_{e \min}$ на различных режимах работы ДВС.

Можно сделать следующие выводы:

- разработка и применение устройства для выбора экономичного режима движения автомобиля является актуальным и возможным;
- параметром выбора экономичного режима движения будет $g_{e \min}$;
- разрабатываемое устройство должно состоять из датчиков крутящего момента; частоты вращения коленчатого вала и расхода топлива; микропроцессора, определяющего реальный удельный расход топлива и сравнивающего с минимально возможным; и указателя экономичного режима движения.

– маневры, производимые на промежуточных станциях.

При выборе тепловоза по мощности для выполнения маневровой работы необходимо учесть:

– загрузку локомотива в течение суток;

– экономическую целесообразность применения на маневрах локомотива определенной мощности.

Для определения целесообразности использования тепловозов различной мощности в определенных видах маневров важно знать объем маневровой работы по каждому ее виду. Это позволит на основе тяговых расчетов определить необходимую мощность тепловоза для данных условий эксплуатации.

Максимальная мощность локомотивов, предназначенных для маневровой работы с поездными составами, т. е. для расформирования-формирования на сортировочных горках, перестановок с пути на путь и из парка в парк, обработки групповых поездов и др., определяется в зависимости от весовых норм обращающихся поездов на прилегающих к станции участках.

В современных условиях значительную долю составляет маневровая работа с непоездными составами. Потребная мощность локомотивов, предназначенных для этих видов маневров, устанавливается в зависимости от наибольшего возможного веса маневрового состава, плана и профиля станционных путей, технологии выполнения маневров и скорости передвижения.

Анализ маневровой работы на Белорусской железной дороге, полученный на основе хронометражных наблюдений и статистических данных, показывает, что исходя из условия экономии дизельного топлива, следует использовать в маневровой работе тепловозы трех градаций:

1) **1400-1500 кВт:**

– расформирование и формирование поездов большой массы (4000 т и более) на сортировочных горках;

– подача (уборка) организованных маршрутов поездов большой массы на подъездные пути;

– работа в вывозном и передаточном движении;

2) **900-1000 кВт:**

– расформирование поездов на горках малой мощности;

– окончание формирования поездов со стороны вытяжных путей;

– перестановка составов, групп и отдельных вагонов из парка в парк и с пути на путь;

3) **350-400 кВт:**

– маневры на промежуточных станциях;

– обслуживание на станциях пассажирского движения.

В. М. ОВЧИННИКОВ, Н. Г. ШВЕЦ, Е. В. ШКРАБОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
Гомель, Беларусь

Для выполнения маневровой работы на станциях Белорусской железной дороги в настоящее время используются, в основном, маневровые локомотивы одной серии ЧМЭЗ (990 кВт). Как показали исследования, условия маневровой работы различны и часто для ее выполнения достаточно локомотивов небольшой мощности (200–300 кВт). Также известно, что использование мощных тепловозов на частичных режимах ведет к значительному перерасходу дизельного топлива.

В настоящее время на маневровую работу затрачивается свыше 12 % от всего объема дизельного топлива, расходуемого железнодорожным транспортом на перевозку пассажиров и грузов. Значит, экономия энергоресурсов при выполнении маневров имеет большое значение в повышении эффективности работы железнодорожного транспорта.

Сократить потребление дизельного топлива в маневровой работе возможно за счет замены мощных маневровых тепловозов ЧМЭЗ на тепловозы с дизелями сравнительно небольшой мощности, достаточной для маневров на малозагруженных станциях.

Установление эксплуатационно-экономических требований к мощности локомотивов в зависимости от условий маневровой работы, позволяет перейти к определению укрупненных градаций требуемой мощности, наметить наиболее рациональные мощностные ряды локомотивов.

Решение этого вопроса связано с определением потребности железнодорожного транспорта в маневровых локомотивах различной мощности, т. е. с установлением структуры маневрового парка.

В современных условиях структуру парка маневровых локомотивов по мощности необходимо определять в зависимости от удельного веса основных видов маневровых операций в общей маневровой работе.

В соответствии с фактически выполняемой работой маневры на станциях целесообразно классифицировать следующим образом:

- расформирование и формирование организованных составов поездов;
- перестановка составов, групп и отдельных вагонов с пути на путь и из парка в парк;
- подача и уборка вагонов под грузовые (коммерческие и хозяйственные) операции;
- обслуживание пассажирского движения;

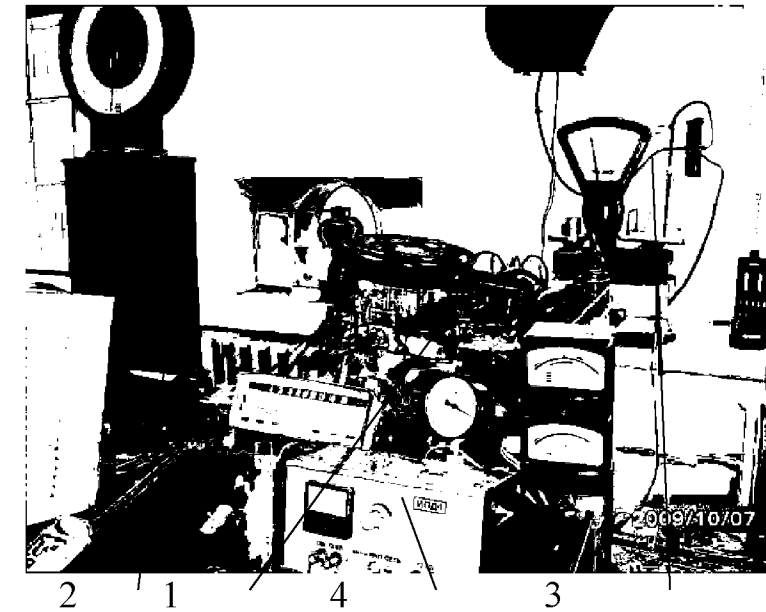


Рис. 1. Стенд для снятия нагрузочной характеристики двигателя: 1 – двигатель ВАЗ-2101; 2 – тормоз с измерителем крутящего момента; 3 – устройство измерения расхода топлива; 4 – тахометр

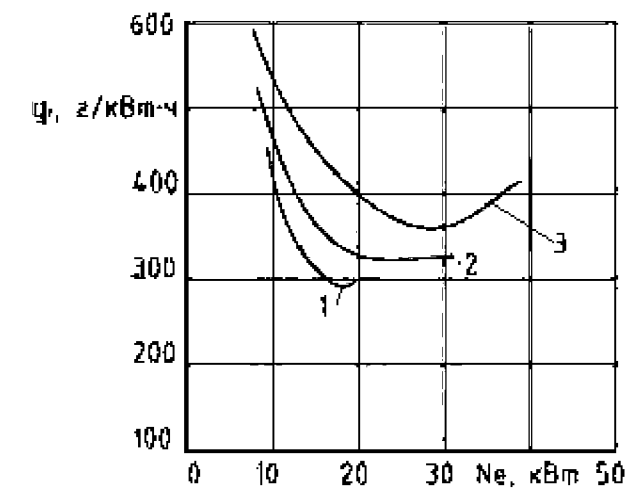


Рис. 2. Зависимость удельного эффективного расхода топлива от мощности двигателя: 1, 2, 3 – при 2000, 3000 и 4000 мин⁻¹ соответственно

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лобах, В. П. Энергосбережение на автомобильном транспорте / В. П. Лобах // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2006. – № 4. – С. 23–27.
2. Лобах, В. П. Управление движением автомобиля / В. П. Лобах, Н. А. Коваленко, И. Л. Трофименко // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы Междунар. науч.- техн. конф. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2011. – Ч. 2. – С. 40–41.
3. Ховах, М. С. Автомобильные двигатели / М. С. Ховах. – М. : Машиностроение, 1977. – 591 с.

В. П. ЛОБАХ, Н. А. КОВАЛЕНКО, В. В. ГЕРАЩЕНКО

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

С целью исследования тормозных систем и их устройств используется стенд, представленный на рис. 1. На нем можно экспериментально определить работоспособность испытуемых устройств (тормозные механизмы, привод, ABS и др.), а также получить параметры их характеристики (тормозной момент, коэффициент трения, давление в приводе, угловая скорость колеса, тормозной путь и др.).

Стенд состоит из электродвигателя 1 к которому через соединительную зубчатую муфту присоединяется маховик 2. На раме 3 стенда установлен мост 4 испытуемого автомобиля, колесо 5 которого опирается на маховик 2. На стенд монтируются: тормозной механизм; его привод и устройства управления торможением; различные датчики (угловой скорости колеса, тормозного момента, давления в приводе и др.) в зависимости от испытуемого объекта и целей исследований. Определяемые параметры фиксируются с помощью осциллографа 6.

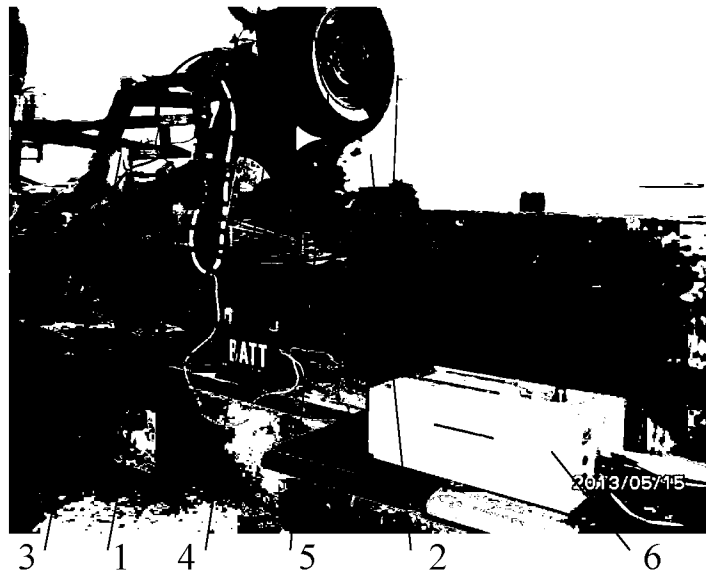


Рис. 1. Общий вид стенда для испытания тормозных систем: 1 – электродвигатель; 2 – маховик; 3 – рама; 4 – мост автомобиля; 5 – колесо; 6 – осциллограф

На рис. 2 представлен стенд с установленными на нем устройствами и оборудованием для исследования разработанного способа и устройства управления торможением автомобиля [1].

В. И. МРОЧЕК, Т. В. МРОЧЕК

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

Рулевое управление относится к одной из важнейших подсистем, обеспечивающих управляемость и устойчивость машины. В связи с этим, важной является задача экспериментального определения характеристик рулевого управления.

В настоящее время на тракторы Минского тракторного завода устанавливают два типа рулевых управлений. Рулевое управление первого типа содержит редуцирующий механизм, рулевой привод и гидроусилитель интегрального типа. Рулевое управление второго типа содержит рулевой привод и гидравлическую подсистему, важнейшими устройствами которой являются гидронасос и насос-дозатор.

При проведении испытаний рулевых управлений очень важно обеспечивать однозначность и повторяемость управляющих воздействий, подаваемых на рулевое колесо. В известных стендах воздействие на рулевое колесо подается вручную человеком, что затрудняет оценку получаемых результатов.

В ходе выполненных исследований был разработан и изготовлен стенд для испытаний рулевых управлений (обоих типов) тракторов МТЗ. В состав стенда входят: передняя ось с управляемыми колесами, привод рулевого управления с формирователем управляющего воздействия (ФУВ), имитатор сопротивления повороту управляемых колес, насосная установка, пульт управления. Все устройства смонтированы на общей раме.

Конструктивно ФУВ выполнен в виде шагового электродвигателя, встроенного в рулевой привод. ФУВ может работать в двух режимах:

- в первом режиме обеспечивается поворот рулевого колеса на заданный угол с заданной угловой скоростью. При этом с помощью специального датчика регистрируется момент на валу рулевого колеса;

- при работе на втором режиме обеспечивается поворот рулевого колеса на заданный угол с заданным моментом. При этом регистрируется угловая скорость рулевого колеса.

Вывод результатов измерений на созданном стенде предусмотрен как на специальные цифровые табло, так и на персональный компьютер.

С помощью разработанного стенда имеется возможность с высокой точностью определять предусмотренные нормативными документами важнейшие характеристики рулевых управлений тракторов МТЗ.

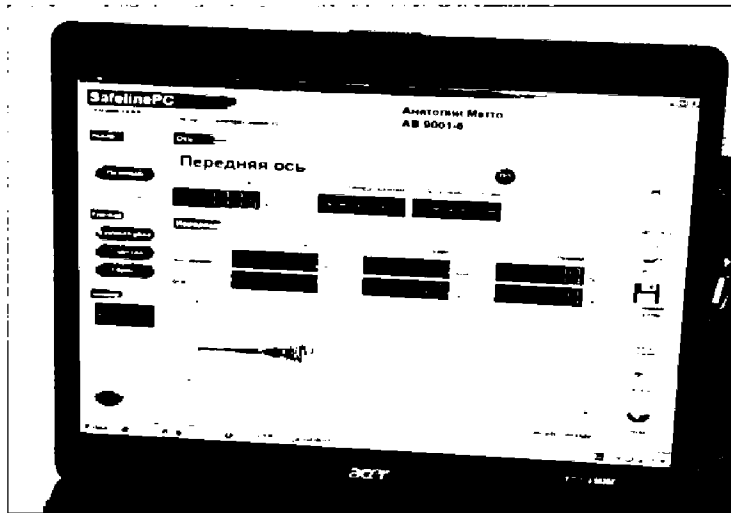


Рис. 1. Фотография диалогового окна с результатами испытаний микроавтобуса МАЗ на режиме «Передняя ось. Подвеска»

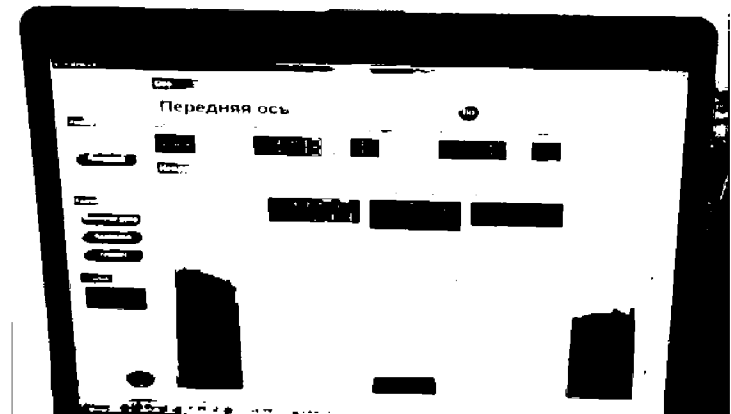


Рис. 2. Фотография диалогового окна с результатами испытаний микроавтобуса МАЗ на режиме «Передняя ось. Тормоза»

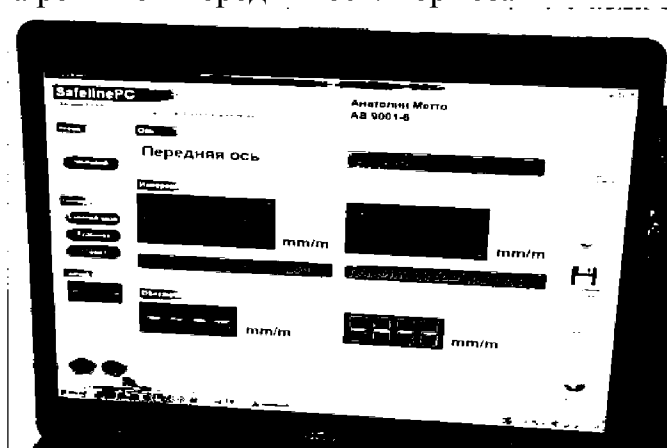
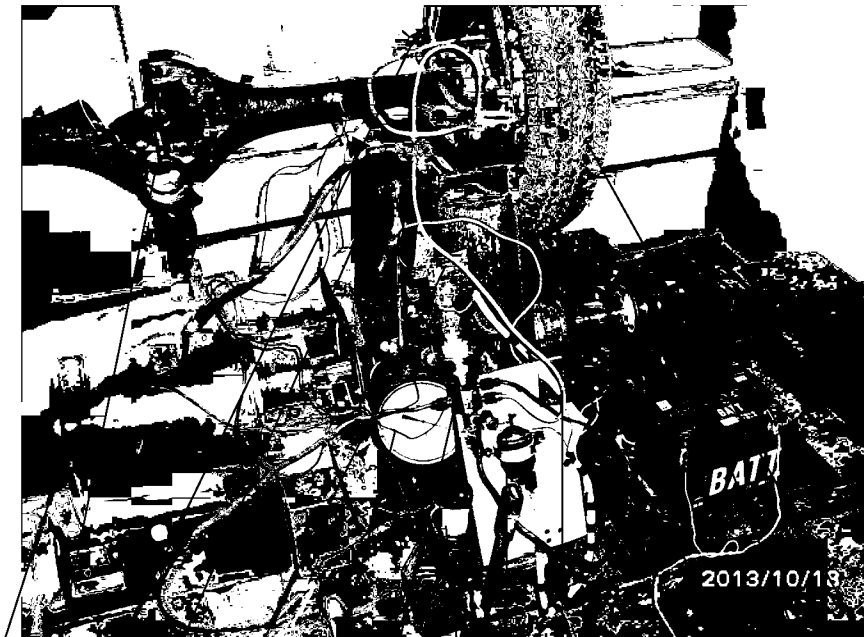


Рис. 3. Фотография диалогового окна с результатами испытаний микроавтобуса МАЗ на режиме «Проверка бокового увода»

Таким образом, микроавтобус МАЗ, колеса передней оси которого оснащены разработанными на кафедре «Техническая эксплуатация автомобилей» дисковыми тормозными механизмами, соответствует требованиям ТКП 309-2011 и ТР ТС 018/2011.

Главный тормозной цилиндр 8 трубопроводом соединен с рабочим цилиндром через модулятор 7, управление работой которого осуществляется блоком управления 5. Параллельно к трубопроводу рабочего цилиндра устанавливается манометр 6. Питание потребителей электроэнергии производится от аккумуляторной батареи 12. Вращение колеса 13 от маховика 11 передается на датчик 3 угловой скорости посредством зубчатого колеса 4, который подключен к осциллографу.



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

Рис. 2. Разработанное устройство управления торможением автомобиля на стенде: 1 – электродвигатель; 2 – мост; 3 – датчик скорости; 4 – рама; 5 – блок управления; 6 – манометр; 7 – модулятор; 8 – главный тормозной цилиндр; 9 – электромагнит; 10 – переключатели; 11 – маховик; 12 – АКБ; 13 – колесо

При испытаниях с помощью приводного электродвигателя 1 стенда (рис. 2) вращался маховик 11, на который опиралось колесо 13. С помощью главного тормозного цилиндра 8 затормаживалось колесо до его блокировки. При этом происходила циклическая разблокировка - блокировка колеса 13 с помощью блока управления 5. Одновременно осциллографом 2 производилась запись угловой скорости колеса. Испытания показали работоспособность устройства управления торможением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Усовершенствованный регулятор тормозных сил / В. В. Герашенко [и др.] // Автомобильная промышленность. – 2012. – № 6. – С. 16–17.

УДК 629.113
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО
РЕГУЛЯТОРА ЗАЗОРОВ ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК

А. С. МЕЛЬНИКОВ, И. С. САЗОНОВ, В. А. КИМ, О. В. БИЛЫК
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Основными параметрами автоматического регулятора зазоров тормозных колодок являются: число зубьев храпового колеса, модуль храпового колеса, передаваемый момент на валу храпового механизма, угол поворота разжимного кулака, а также геометрические параметры храпового колеса: высота зуба нормального профиля, угол впадины, диаметр начальной окружности храпового колеса, диаметр окружности зубьев, шаг начальной окружности, радиус закругления впадины храпового колеса.

Эти параметры являются взаимосвязанными, так как число зубьев храпового механизма определяется исходя из угла поворота разжимного кулака.

При анализе функциональной зависимости числа зубьев храпового механизма $z_{пр}$ от угла поворота разжимного кулака χ следует отметить увеличение количества зубьев храпового колеса регулятора с уменьшением угла поворота разжимного кулака. Это связано с необходимостью обеспечения точной регулировки зазора между тормозными колодками и поверхностью трения тормозного барабана. Установлено, что возрастание момента M , действующего на разжимном валу тормозного барабанного механизма, ведет к увеличению высоты зуба храпового колеса h .

Рассмотрев функциональную зависимость высоты зуба храпового колеса h от числа зубьев храпового колеса z , можно увидеть, что уменьшение высоты зубьев храпового колеса происходит при увеличении числа зубьев.

Разработанные методы расчета автоматического регулятора зазоров тормозных колодок позволяют проанализировать взаимосвязь основных параметров регулятора и провести обоснованный предварительный выбор параметров в начале проектирования. Это позволяет избежать перерасчетов и уменьшить вероятность ошибок при определении параметров автоматического регулятора зазоров тормозных колодок.

УДК 629.113
РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ДИСКОВЫХ ТОРМОЗНЫХ МЕХАНИЗМОВ
МИКРОАВТОБУСА НА СТЕНДЕ SHERPA SAFELINE

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

«Завод «Могилевтрансмаш» ОАО «МАЗ» на протяжении нескольких лет проводит опытно-конструкторские работы по созданию отечественного микроавтобуса. К настоящему моменту времени собрано несколько образцов микроавтобусов – 14-местных МАЗ-181010 и 11-местных МАЗ-182010.

На эти модели микроавтобусов устанавливаются дисковые тормозные механизмы (на колеса передней оси) и барабанные тормозные механизмы (на колеса задней оси).

Для проверки эффективности рабочей тормозной системы микроавтобуса МАЗ на полигоне кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей» проведены стендовые испытания на соответствия требованиям ТКП 309-2011 (02190) – «Государственный технический осмотр транспортных средств. Порядок проведения и проверки технического состояния транспортных средств» и Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств», а также ряд функциональных тестов.

В качестве стендового оборудования использована линия инструментального контроля технического состояния автомобилей Sherpa Safeline 3,5 PC-3, состоящая из тестера проверки бокового увода SSP-Prüfstrasse-00, стенда для проверки амортизаторов STP-Prüfstrasse-3.5, роликового силового тормозного стенда BPS-Kompakt-3.5-PC. В качестве устройства преобразования и отображения информации использован ноутбук Acer Extensa 5620Z, соединенный с измерительным блоком стенда через RS-232 интерфейс.

В результате испытаний установлено, что удельная тормозная сила рабочей тормозной системы микроавтобуса МАЗ, оснащенного дисковыми тормозными механизмами на колесах передней оси, составила 0,54 (усредненное значение по 10 экспериментам, пиковое значение – 0,59), что превышает минимальный порог эффективности (0,5) на 8 %. Установлено, что максимальный боковой увод передней оси составил – 5 мм/м, а частотная характеристика передней подвески микроавтобуса МАЗ соответствует требованиям действующих технических нормативно-правовых актов (рис. 1–3).