

Научное издание

Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии

Материалы международной
научно-технической конференции
Часть 1
Могилев, 16 – 17 апреля 2009 г.

Технический редактор И.В.Брискина
Компьютерная верстка И.В.Брискина

Подписано в печать 23.04.2009г. Формат 60х84/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Печать трафаретная. Усл.печ.л. 16,74 Уч.-изд.л. 18,47.
Тираж 80 экз. Заказ № 335.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет»
Лицензия ЛВ 02330/375 от 29.06.2004г.
212005, г.Могилев, пр.Мира, 43.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

МОГИЛЕВСКИЙ ОБЛАСТНОЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ КОМИТЕТ

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии

Материалы международной
научно-технической конференции
Часть 1
Могилев, 16 – 17 апреля 2009 г.

Могилев
ГУ ВПО «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
2009

УДК 621: 531: 624«324»(043.2)
ББК 65.30: 74.58
М34

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

Рецензенты : д-р техн. наук, доц. В. М. Пашкевич; д-р техн. наук, проф. А. М. Даньков; д-р техн. наук, доц. С. Д. Семенюк

Материалы, оборудование и
М34 ресурсосберегающие технологии: материалы
междунар. науч.-техн. конф. : В 3 ч. / М-во
образования Респ. Беларусь, М-во образования и
науки Рос. Федерации, Федеральное агентство по
образованию, Могилев. обл. исполн. ком., Нац.
акад. наук Респ. Беларусь, Бел.-Рос. ун-т ; редкол. :
И. С. Сазонов (гл. ред.) [и др.]. – Могилев : Бел.-
Рос. ун-т, 2009. – Ч. 1. – 288 с. : ил.
ISBN 978-985-492-062-7.

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 ресурсосберегающих технологий, конструкций и материалов в строительстве.

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

УДК 621: 531: 624«324»(043.2)
ББК 65.30: 74.58

Определение электронным тахеометром радиуса закругления дороги по хорде и углу.....	262
ТУРИЩЕВ Л.С. О вариантах усиления рамных конструкций зданий сельскохозяйственного назначения.....	263
ФОМЧЕНКО М.М., ИВАНОВ В.А. Обработка деревянных конструкций огнезащитными составами и покрытиями.....	264
ХОДАН Е.П. Проблема повышения долговечности дорожных одежд и методы ее решения.....	266
ЧЕРНЮК В.П., СЕМЕНЮК О.С. Конструкция забивной сваи повышенной несущей способности по грунту основания.....	268
ЧЕРНЮК В.П., СЕМЕНЮК С.М. Новые конструкции забивных свай с пониженной энергоемкостью погружения в грунт.....	269
ШАМАРИНА А.А. Возвращение градостроительной ценности техногенно-загрязненных территорий.....	271
ШАРОЙКИНА Е.А., КЕМОВА В.А., МОЙСЕЕНКО А.Б. Интенсификация процессов измельчения материалов.....	272
ШУТОВ Р.З., БАЗЫЛЕВ В.Н., ГРЕБЕНЮК А.О., СЕМЕНЮК Е.С. О возможности использования шлаков РУП завода «Могилев-лифтмаш» в дорожном строительстве.....	273
ЩЕПОЧКИНА Ю.А. Новые крупные заполнители для бетонов.....	274
ЦУКИН Г.Л., САВЕНКО В.П., КАРПУШЕНКОВ С.А. Влияние добавок на химические процессы, протекающие при начальном твердении бетонов.....	275
ЦУКИН Г.Л., САВЕНКО В.П., ПЕЛЮШКЕВИЧ А.И. Влияние ПАВ на процесс твердения бетонов.....	277

тонных колонн.....	238
ОПАНАСЮК И.Л., ОПАНАСЮК Л.Г., ДЕМЬЯНОВА Т.А. Методы производства работ по возведению подземных линейно-протяженных инженерных сетей.....	239
ПАРАХНЕВИЧ В.Т. Влияние фильтрации на формирование рельефа и основания инженерных сооружений.....	240
ПЕТРУКОВИЧ А.Н. Задачи исследования соединений деревянных конструкций с помощью стальных элементов.....	241
ПОЛЯКОВА Т.А., ПОЛЯКОВА И.А. Организация транспортных работ на предприятии.....	243
ПОЛЯКОВА Т.А., СТОЛЯРОВ И.А., ЦАЦУРО М.Н. Применение полимеров в битумоминеральных смесях.....	244
ПРОВАТОРОВА Г.В. Применение геотекстильных материалов при подводном гидронамыве.....	245
САЗОНОВА Л.И., БЕЛЯК Д.А., МИШУК А.М. Расчет коэффициента устойчивости земляного полотна.....	247
САМКЕВИЧ В.А. Оценка несущей способности узлов крепления консолей к клееным деревянным аркам.....	248
СЕМЕНЮК Р.П., ВОЛКОВА Е.И., МАЗЬКО Ю.С., СЛАВИНСКАЯ М.А. Эффективные ресурсосберегающие технологии при производстве отделочных материалов.....	249
СЕМЕНЮК Р.П., ЖИЛИНСКИЙ Д.И., ЯКОВЛЕВА А.Н., СЛИЗКИЙ К.Ю. Полимерные наполнители для самонивелирующихся составов.....	250
СЕМЕНЮК Р.П., МАРЧЕНКОВА И.В., МИГУРСКИЙ А.А., ЮДАШКИН В.Б. Строительные материалы с использованием ваграночного гранулированного шлака.....	251
СЕМЕНЮК С.Д., КУЗМЕНКО И.М., МЕДВЕДЕВ В.Н. Предпосылки к планированию многофакторного эксперимента по исследованию несущей способности композитного несущего элемента строительных конструкций.....	252
СЕМЕНЮК С.Д., ФРОЛКОВ И.С. Теоретические основы расчета бортовых балок ребристых железобетонных перекрытий.....	254
СЕМЕНЮК С.Д., ШАХОВСКАЯ Г.С. Прочность контакта сборного и монолитного бетона усиленных многопустотных железобетонных плит.....	255
СЕМЁХИН Э.Ф. Исследование свойств асфальтобетона с применением активированного минерального порошка.....	257
СЕРГЕЕВА А.М., САЗОНОВА Л.И., БОГДАНОВ Н.А. Оптимизация определения расчетного расхода.....	259
СТАРОЛАВНИКОВА О.М., НИКОЛАЕВА Н.А. Проблемы воздействия транспортного шума на окружающую среду.....	260
ТУЛУЕВСКИЙ Н.В., КАТЬКАЛО Ю.А., ПОДСТРЕЛОВА Е.Н.	

УДК 621.001
ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ НТЦ «ТЕХНОЛОГИИ
МАШИНОСТРОЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ»
ОИМ НАН БЕЛАРУСИ

В.Л.БАСИНЮК, В.И.ЖОРНИК, Е.И.МАРДОСЕВИЧ
Государственное научное учреждение
«ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Научно-технический центр «Технологий машиностроения и технологического оборудования» создан в 2009 году на базе «Отделения технологий машиностроения и металлургии», возглавляемого академиком П.А. Витязем и ставшего научным координатором НТЦ. В него вошли подразделения, научно-технический потенциал которых позволяет эффективно решать технически сложные вопросы создания современных наукоемких компонентов машиностроения, включая объекты аэрокосмической техники и других отраслей народного хозяйства. Высокая эффективность научных исследований достигается за счет тесного сотрудничества с научными, учебными и производственными предприятиями Беларуси, что позволяет комплексно решать стоящие перед НТЦ задачи, включая:

- подбор или создание конструкционных или композиционных материалов с требуемым для обеспечения конкурентоспособности разрабатываемых объектов комплексом свойств;
- исследования свойств разработанных материалов и внесение корректирующих поправок в методики расчета конструктивных параметров разрабатываемых объектов;
- разработку наукоемких компонентов машиностроения;
- разработку рациональных способов формирования заготовок ответственных деталей разработанных компонентов, обеспечивающих требуемый комплекс свойств для их последующей механической и упрочняющей обработки;
- создание средств испытаний, контроля качества и мониторинга технического состояния и параметров безопасности разработанных и иных компонентов машиностроения.

В совокупности это позволяет создать новые конкурентоспособные инновационные компоненты машиностроения или осуществить коренную модернизацию существующих объектов техники.

Решение приведенных выше задач обеспечивается высоким уровнем квалификации ведущих специалистов НТЦ, в состав которого вошли академик П.А. Витязь (научный координатор НИОТКР НТЦ – зав. отделением технологий машиностроения и металлургии), д-р техн. наук, проф. А.А. Шипко, д-р физ.-мат. наук В.А. Кукареко, д-р техн. наук В.Л. Басинюк (директор НТЦ), д-р техн. наук С.Г. Сандомирский, канд. техн. наук М.А. Бе-

лоцерковский, канд. техн. наук В.И. Жорник, канд. техн. наук Е.И. Мардосевич, канд. техн. наук А.И. Комаров, канд. техн. наук А.В. Толстой, канд. техн. наук Н.С. Янкевич, канд. техн. наук Руденко С.П. и многие другие, а также использованием при проведении НИОКР уникального исследовательского оборудования.

Специалисты НТЦ осуществляют координацию работ по заданиям ГКПНИ «Металлургия», Программы технического переоснащения и модернизации литейных, технических, гальванических и других энергоемких производств, раздела «Сверхтвердые и тугоплавкие материалы» ГКПНИ «Нанотехнологии». В них ОИМ НАН Беларуси выступает в качестве головной организации. Научные подразделения участвовали и участвуют в выполнении таких важнейших программ как «Космос-СТ», «Космос –НТ», «Машиностроение», работают на хоздоговорной основе и в рамках научно-технического сотрудничества с такими ведущими предприятиями Республики Беларусь, как ПО «МТЗ», ПО «МАЗ», НПО «Планар», ПО «БелАЗ», ПО «Гомсельмаш», ОАО «Белтрансгаз» и многими другими.

По результатам исследований специалистами НТЦ создано более 160 объектов интеллектуальной промышленной собственности, в том числе более 50 патентов на изобретения получено только за последних 5 лет.

В НТЦ проводятся НИОКР в следующих областях:

- металловедение, разработка технологий и создание технологического оборудования для термической обработки и неразрушающего контроля с использованием методов магнитной структуроскопии деталей в условиях серийного производства (д-р техн. наук, проф. А.А. Шипко, д-р техн. наук С.Г. Сандомирский, канд. техн. наук А.В. Толстой, канд. техн. наук С.П. Руденко, канд. техн. наук А.И. Комаров);

- создание наноструктурных и сверхтвердых материалов (академик П.А. Витязь, канд. техн. наук В.И. Жорник);

- разработка технологий и создание оборудования для газотермического упрочнения, в том числе гиперзвуковой металлизацией, деталей путем нанесения металлических и полимерных композиционных покрытий (канд. техн. наук М.А. Белоцерковский);

- проведение с использованием самых современных методов и оборудования (рис. 1) структурных исследований и триботехнических испытаний (начальник ЦСИМИ – центра структурных исследований и трибомеханических испытаний материалов и изделий машиностроения д-р физ.-мат. наук В.А. Кукарко);

- создание перспективных приводных систем, в том числе космического назначения, разработка методов и средств их испытаний и мониторинга (д-р техн. наук, доц. В.Л. Басинюк, канд. техн. наук Е.И. Мардосевич, зав. отделением УП «КБТЭМ-СО» НПО «Планар» В.В. Заведеев).

Некоторые примеры инновационных разработок, характеризующих основные направления и технические возможности проведения научных исследований НТЦ приведены ниже.

КАШЕВСКАЯ Е.В. Инновационное управление качеством автомобильных дорог.....	207
КЕМОВА В.А., ШАРОЙКИНА Е.А. Альтернативные конструкции пружинных мельниц.....	209
КИЧКАЙЛО О.В., ЛЕВИЦКИЙ И.А. Литийсодержащая керамика с использованием тугоплавких глин.....	210
КОЗУНОВА О.В. Нелинейный расчет балочных плит на неоднородных основаниях с переменным модулем деформации.....	211
КОЛДАЕВА С.Н., ВАСЮТА В.А., ПОЛИЩУК Л.Н. Особенности переработки термореактивных пресс-масс в профильные погонажные изделия.....	213
КУРНОСЕНКО Л.В. Анализ методов оптимизации строительных потоков.....	215
КУРНОСЕНКО Л.В. Вариантное проектирование при оценке технологичности проектов зданий.....	217
ЛЕБЕДЬ В.А. Учет деформативности бесфасоночных узлов при расчете рамных систем.....	219
ЛЕВЧУК А.А. Зависимость прочностных и упругих характеристик трехслойных металлических панелей от влажности материала утеплителя.....	221
ЛЕОНОВИЧ И.И., БОГДАНОВИЧ А.С. Исследование характеристик транспортного потока на республиканских автомобильных дорогах.....	223
ЛЕОНОВИЧ И.А., ЛЕОНОВИЧ А.А. Влияние фибры на прочностные и упругие свойства фибробетонов с заполнителем из микросфер зол-уноса.....	224
МАТУСЕВИЧ С.В., ЖАРАВОВИЧ Е.В., АВТУШЕНКО Д.А. Промышленное освещение как одна из составляющих энергосбережения.....	226
МИХАЛЬКОВ В.С., КОРБУТ Е.Е., МИХАЛЬКОВ Д.В. Необходимость расщечки при использовании многослойных облицовочных материалов.....	228
МИХАЛЬКОВ В.С., КОРБУТ Е.Е., ШЕЙДА О.Ю. Получение высокопрочного бетона для изготовления тротуарной плитки.....	230
МИХАЛЬКОВ В.С., МАТВЕЕНКО Т.В., МИХАЛЬКОВ Д.В. Сырье для получения пигментов для строительных материалов.....	232
НЕВЕРОВ А.С., ПРИХОДЬКО И.В. Кинетика коррозионного процесса в электрически связанной системе алюминий-медь-электролит.....	234
НЕСТЕРОВИЧ И.В., БОГДАНОВИЧ С.В. Анализ ровности местных автомобильных дорог в Республике Беларусь.....	236
ОПАНАСЮК И.Л., ДАНИЛОВ С.В. Обоснование технологических и конструктивных решений по восстановлению железобе-	

ТАРХАНОВ В.И., САДРИЕВ Р.М. Фиксация резьбовых соединений анаэробными клеями.....	178
ХАТЕТОВСКИЙ С.Н. Создание зубчатых передач, нечувствительных к изменению относительного положения колес.....	179
ШАРКОВ О.В. Исследование шумового поля приводного мотор-барабана с импульсным вариатором.....	180
ШМАН Б.К. Особенности появления внутренних динамических нагрузок в зубчатых передачах.....	182

Секция 6. Прогрессивные технологии, конструкции и материалы в строительстве

БЕРЕЗОВСКИЙ С.Н., БЕРЕЗОВСКИЙ Н.И., СЕРГЕЕВА А.М. Эффективность переработки валунно-гравийно-песчаной смеси.....	184
БЛАГОДАРНЫЙ В.М. Конструкции установок для изготовления брикетов и пеллет.....	186
БЛАГОДАРНЫЙ В.М. Когенерационные установки.....	188
БОГДАНОВИЧ С.В., НЕСТЕРОВИЧ И.В. Опыт внедрения автоматизированного определения дефектов покрытий автомобильных дорог в Республике Беларусь.....	190
БОЛОШЕНКО Ю.Г. Упругопластическая модель расчета нормальных сечений изгибаемых железобетонных элементов.....	192
ВАСИЛЬЕВ А.А., ДЗИРКО С.В., ГЕРАЩЕНКО А.В. Блок композиционный стеновой для конструкций жилых многоэтажных зданий.....	194
ВИХРЕВ А.В. Технология приготовления черного щебня с использованием эффекта самопроизвольного эмульгирования битума.....	196
ГОБРАЛЁВ Н.Н., ГОБРАЛЁВ П.Н. Пропаганда технологии поверхностной обработки дорожных покрытий.....	198
ГОРБЕНКОВА Е.В. Использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии в области тепло-хладоснабжения.....	200
ГРИШИНА Н.А., ВОЛКОВИЧ А.О., БОГДАНОВ Н.А. Значение средств инженерного обустройства дороги.....	201
ГРИШИНА Н.А., ПИКУЛИН Ю.И., ЦУПЕНКОВ И.А. Особенности психо-физиологического восприятия водителем дорожных условий.....	202
ДЕРКАЧ В.Н. Повреждение современных каменных зданий и пути совершенствования строительных норм «Каменные и армокаменные конструкции».....	203
ДРОНЧЕНКО В.А. О возможности использования отработанных нефтепродуктов для производства эмульсола.....	205
КАТКАЛО Ю.А., ТУЛУЕВСКИЙ Н.В., ТЕРЕЩЕНКО А.С. Геометрические условия определения радиуса закругления дороги по хорде и углу.....	206



Рис. 1. Универсальная гидравлическая испытательная машина INSTRON Satec 300LX -(Великобритания) (а); рентгеновский дифрактометр D8 ADVANCE, изготовитель AXS Bruker (Германия) (б); атомно-силовой микроскоп NT-206 (в)

Под руководством заведующего отделением НТЦ академика П.А. Витязя и его заместителя канд. техн. наук В.И. Жорника разрабатываются *сверхтвердые инструментальные материалы, представляющие собой микро- и шлифпорошки кубического нитрида бора (КНБ) и композиты на их основе*. Эти материалы используются для абразивной обработки и изготовления режущих элементов и инструмента в целом для лезвийной обработки чугунов и закаленных сталей.

На основе ультрадисперсных алмазов (УДА) создан инструмент для финишной обработки керамических материалов в оптике и микроэлектронике. Его использование обеспечивает высокую точность обработки деталей и шероховатость их рабочих поверхностей 0,05-0,08 мкм.

Примеры изготавливаемых НТЦ микро- и шлифпорошков КНБ, абразивного инструмента на основе композитов, содержащих УДА показаны на рисунке 2 а-г. Структура поликристаллического материала на основе наноалмазов, полученная с использованием показанного выше научно-исследовательского оборудования НТЦ, показана на рисунке 2 д-з.

К одному из наиболее перспективных направлений повышения ресурса трущихся сопряжений, интенсивно развиваемым научно-исследовательскими центрами индустриально развитых стран можно отнести создание смазочных материалов со специальными свойствами. В лаборатории наноструктурных и сверхтвердых материалов НТЦ также ведутся исследования в этом направлении. Создана пластичная комплексная литиевая смазка с пакетом наноразмерных добавок, обеспечивающих повышение ресурса тяжело нагруженных узлов трения.

Новый смазочный материал имеет пространственно шитый каркас из коротковолокнистых нитей (рис. 3), обладающий большей маслоудерживающей способностью. Это определяет его более высокую нагрузочную способность (в 1,6-3,3 раза), расширенный на 30-40 °С диапазон рабочих температур и увеличенный в 1,4-1,7 раза ресурс.



а) микропорошки КНБ



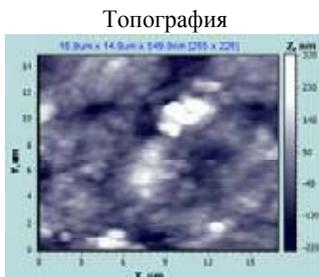
б) шлифпорошки КНБ



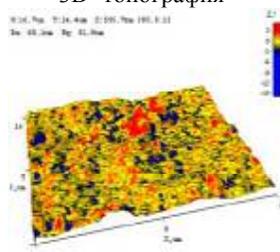
в) абразивный инструмент на основе композитов, содержащих УДА 3D- топография



г) лезвийный инструмент на основе композитов, содержащих КНБ+УДА

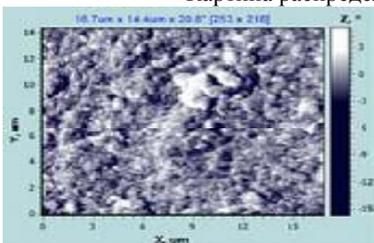


д)

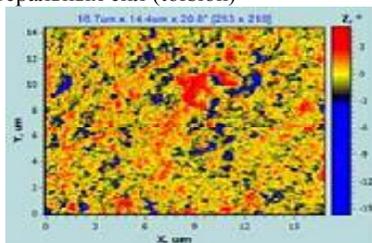


е)

Картина распределения латеральных сил (torsion)

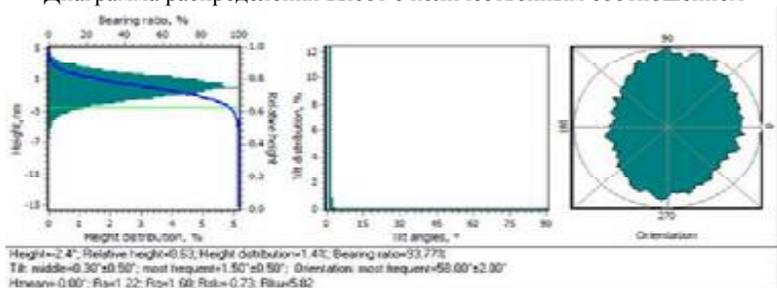


ж)



з)

Диаграмма распределения высот с количественным соотношением



и)

Рис. 2. Микро- и шлифпорошки (а,б), инструмент на их основе (в,г) и структура поликристаллического материала на основе нанодiamondов (д-и)

трехкомпонентных нитей.....	146
ЛОКТИОНОВ А.В., МАЧИХО Т.А., ЖЕРНОСЕК С.В. Влияние физико-механических свойств волокна на кинематические характеристики процесса разволокнения.....	148
ЛУСТЕНКОВ М.Е. Сферическая планетарная шариковая передача.....	149
ЛУСТЕНКОВ М.Е., ПРУДНИКОВ А.П. Механизм для демонтажа и сборки резьбовых соединений.....	150
ЛЫСОВА О.С., ЛОКТИОНОВ А.В. Технические возможности промышленных роботов в легкой промышленности.....	151
ЛЫСОВА О.С., ЛОКТИОНОВ А.В. Оценка методов расчета кинематических параметров исполнительных механизмов.....	153
МАКАРЕВИЧ С.Д., МАКАРЕВИЧ Д.М. Ручные и электрические тали на базе планетарных передач новых типов.....	155
НЕДОВОДЕЕВ В.Я., ЛЕБЕДЕВ И.Г. Расчет стержней, усиленных ферменным каркасом с учетом его крепления к стенкам.....	157
НИКИТИН А.П. Проведение стендовых испытаний опытных образцов редукторов для двигательного привода переключения контактных токоразъединителей.....	158
ОЛЕШКЕВИЧ А.В., ДЕМОКРИТОВ В.Н. Учет динамики при оптимизации механизма передвижения мостового крана.....	160
ПАШКЕВИЧ М.Ф., РОГАЧЕВСКИЙ С.Н., РОГАЧЕВСКИЙ Н.И. Моменты геометрического трения в зацеплениях червячных передач качения.....	161
ПОКАТИЛОВ А.Е. Экспериментальное измерение динамической деформации спортивного снаряда.....	163
ПОКАТИЛОВ А.Е., ЗАГРЕВСКИЙ В.И., ЛАВШУК Д.А. Проблемы анализа и синтеза целенаправленного движения спортсмена в условиях упругой опоры.....	165
РОГАЧЕВСКИЙ Н.И., РОГАЧЕВСКИЙ С.Н., ДОБРОВОЛЬСКИЙ Ю.К. Параметры и качественные показатели червячных передач качения.....	167
РОДИОНОВА С.И., ПЕТРЕНКО М.Л. Увеличение мощности рулевого привода за счет применения рулевой передачи с переменным передаточным отношением.....	169
РОДИОНОВА С.И., КРАСОВСКИЙ В.А., ТУРАНДИН М.М. Сравнительный анализ модификаций передач с СПЗК по критерию износостойкости.....	171
СЕМИН А.Г., ТИМОФЕЕВ А.М., ЛОКТИОНОВ А.В. Устройство отклонения иглы швейной машины.....	172
СЕРГЕЕВ С.А., МОСКАЛЕВ Д.В. Кинематика привода с цепными муфтами.....	173
ТАРХАНОВ В.И. О прочности резьбовых соединений.....	177

новых ремней.....	115
БУТКЕВИЧ В.Г., ЛОКТИОНОВ А.В., ФРАНГУ М.Г. Исследование движения волокон по сборной поверхности.....	116
ГОБРАЛЁВ Н.Н., СВИРИДОВ С.В. Повышение КПД планетарно-роликовой передачи.....	118
ГОЛУБ В.М., ГОЛУБ М.В. Триботехнические характеристики и гидравлическая плотность пар трения торцовых уплотнений.....	119
ГОЛУБ В.М., ГОЛУБ М.В., ДОБРЯНИК Ю.А. Повышение надежности и долговечности машин путем применения твердых композиционных материалов.....	121
ГРОМЫКО П.Н., ТРУСОВ И.В. Угловая муфта с телами качения для планетарной прецессионной передачи типа К-Н-V.....	123
ГРОМЫКО П.Н., ПУСКОВ О.М., ДОКОНОВ Л.Г. Создание общей методики расчета прецессионной передачи фрикционного типа.....	124
ДАНЬКОВ А.М., АЛЕКСАНДРОВ А.С., СТЕПАНЕНКО С.В. Плавнорегулируемая зубчатая передача как прототип коробки передач транспортного средства.....	126
ДЕМОКРИТОВА А.В., ДЕМОКРИТОВ В.Н. Программное обеспечение оптимального проектирования шарнирного четырехзвенника.....	128
ДРЕМУК В.А. Расчет резьбовых соединений при неконтролируемой затяжке.....	129
ЖЕРНОСЕК С.В., ЛОКТИОНОВ А.В., КОРЧЕВСКАЯ Е.А. Исследование натяжения растяжимой гибкой нити при установившемся движении.....	131
ЗАВИСТОВСКИЙ В.Э. Физические основы расчета на надежность восстановленных деталей машин.....	133
ЗАВИСТОВСКИЙ В.Э., ЖАРКОВА О.Н. Новые формы организации курсового проектирования по прикладной механике.....	135
ИОФФЕ А.З., ДАНЬКОВ А.М. Механизм передачи вращения на выходной вал двухколесной планетарной плавнорегулируемой передачи.....	137
КОРЧЕВСКАЯ Е.А., ЛОКТИОНОВ А.В., МАЧИХО Т.А. Аналитическое исследование процесса взаимодействия гарнитуры с волокнистой массой.....	139
КРАСОВСКИЙ В.А., ТУРАНДИН М.М., ИОФФЕ А.З. Концепция конструкции механизма регулирования передаточного отношения планетарной плавнорегулируемой передачи.....	141
КУРОЧКА К.С., ВОРОБЬЁВ В.В. Моделирование прогибов тонких плит под воздействием динамической нагрузки.....	143
ЛОКТИОНОВ А.В., БУТКЕВИЧ В.Г., ТРОФИМОВА Е.С. Разработка кинематических параметров устройства для получения	

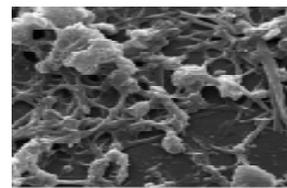


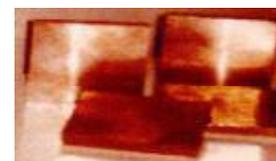
Рис. 3. Структура дисперсной фазы комплексной литиевой смазки с пакетом наноразмерных добавок

Технические характеристики:

Критическая нагрузка, Н	- не ниже 1200;
Нагрузка сваривания, Н	- не ниже 5000;
Температура каплепадения, °С	- не ниже 230;
Коллоидная стабильность, %	- 2...3;
Удельная нагрузка, МПа	- до 40;
Диапазон рабочих температур, °С	- 45÷+150; (кратковременно до 180).

Комплексная литиевая смазка может быть использована для смазывания узлов трения, работающих в условиях высоких нагрузок и вибраций (карьерная техника, железнодорожный транспорт, строительно-дорожные машины, сельхозтехника), при высоких температурах (сталепрокатные станы, кузнечно-прессовое оборудование, вентиляторы печей, системы приточно-вытяжной вентиляции и др.). Выпуск этой смазки освоен ОДО «Спецсмазки» Инновационной ассоциации «Академтехнопарк» с проектной мощностью производства 50 тонн в год. Потребителями продукции являются ОАО «Белкард» (г. Гродно), ОАО «Минский подшипниковый завод», РУП «Кузнечный завод тяжелых штамповок» (г. Жодино), РУП «Гомельский завод литья и нормалей» и ряд других машиностроительных предприятий республики.

Для тяжело нагруженных узлов скольжения разработаны композиты с макрогетерогенной структурой и алмазосодержащим смазочным покрытием. Предел прочности этих материалов на сжатие составляет 830-850 МПа. При их использовании удельная эксплуатационная нагрузка может достигать 40 МПа, скорость скольжения – до 2 м/с при рабочей температуре до 250 °С. При этом коэффициент трения не превышает 0,06...0,10, а интенсивность изнашивания – 10 мкм/км.



Пластины под корпус подшипников турбины



Подшипники узла скольжения системы парораспределения



Проставки в узлах продольных шпонок



Опора регенеративного воздухоподогревателя

Рис. 4. Элементы узлов скольжения из композиционных материалов для теплоэнергетического оборудования

Эти композиционные материалы были использованы для изготовления элементов узлов скольжения при ремонте и реконструкции узлов скольжения тепловыделительного оборудования предприятий концерна Белэнерго (рис. 4).

В лаборатории Газотермических методов упрочнения деталей под руководством канд. техн. наук М.А. Белоцерковского разработан новый метод и оборудование (рис. 5) для гиперзвуковой металлизации деталей.



Рис. 5. Аппарат гиперзвуковой металлизации с малогабаритной камерой сгорания (ГМ)

Использование разработанной технологии позволяет наносить на детали износостойкие покрытия с повышенной прочностью сцепления, выдерживающие высокие контактные нагрузки при ударном нагружении. К отличительной особенности установки ГМ можно отнести наличие малогабаритной камеры сгорания пропано-воздушной смеси. Продукты сгорания образуют сверхзвуковую струю, имеющую скорость свыше 1500 м/с при 2200 К.

Процесс и оборудование для гиперзвуковой металлизации используются для восстановления – упрочнения изношенных цилиндрических поверхностей (шейки валов и осей, работающих в паре с подшипниками качения и скольжения, тормозные барабаны); восстановления – упрочнения плоских деталей (направляющие, фрикционные диски); защиты от коррозии деталей, элементов конструкций и сооружений; изготовления биметаллических "сталь - бронза" поршней вместо цельнобронзовых. Это позволяет экономить 15 – 20 % металла, расходуемого на ремонт деталей автотракторной техники, снизить себестоимость ремонта на 5 – 10 %, сократить на 20 – 30 % объемы закупок за рубежом дорогостоящих новых деталей автотракторной техники, продлив сроки эксплуатации деталей с защитными покрытиями в 1,8 – 3,5 раза за счет неоднократного их восстановления при проведении плановых ремонтов. Технологии и оборудование для гиперзвуковой металлизации (отмечены дипломами выставок «MILEX-2007» и «БелЭкспоФорум-2008»).

В лаборатории приводов механических систем НТЦ группой специалистов под руководством вед. науч. сотр. канд. техн. наук Леванцевича М.А. разработана технология и комплект оснастки для формирования ком-

деформирования.....	89
ПАШКЕВИЧ М.Ф., ПЕЧКОВСКАЯ О.Е. Зубчатое редукторное устройство для ручного перемещения кабины лифта.....	91
ПАШКЕВИЧ В.М. Оценка точности сборки механических передач на основе анализа функции кинематической погрешности.....	93
ПАШКЕВИЧ В.М., МИРОНОВА М.Н. Формирование информационной модели конструкции станочных приспособлений при их автоматизированном проектировании.....	94
ПЕТРАЧКОВ Н.Г. Использование САПР при изготовлении высокостойкого инструмента применяемого при холодной высадке....	96
ПЕТРОВСКИЙ Д.Е. Улучшение качества поверхностного слоя деталей машин методами поверхностно-пластического деформирования.....	98
ПЕЧКОВСКАЯ О.Е. Эксцентриковые зубчатые передачи с модифицированным зацеплением.....	100
ПОПОВИЧ А.В. Использование червячно-модульных фрез с модифицированным профилем при изготовлении зубчатых колес....	101
СВИРЕПА Д.М., РЫЖАНКОВ Д.М., ДОВГАЛЁВ А.М. Исследование шумовых характеристик процесса магнитно-динамического упрочнения.....	102
СЕРГЕЕВ Л.Е., СЕНЧУРОВ Е.В., ГОЛОВКОВ В.В. Уменьшение отклонений от круглости отверстий путем применения магнитно-абразивной обработки.....	103
СТЕЦЕНКО В.Ю., РИВКИН А.И. Применение метода затопленно-струйного охлаждения для закалки стальных изделий.....	105
СУРГУНТ Я.М. Пути управления точностью при совмещенной обработке резанием и ППД с заданным качеством поверхности.....	106
ЧЕСНОКОВ А.В. Автоматизация пултрузии углепластиковых стержней.....	108
ШЕМЕНКОВ В.М., АХРАЛОВИЧ Е.С., БЕЛАЯ М.А. Повышение производственного ресурса инструментальной оснастки обработкой в плазме тлеющего разряда.....	109

Секция 2. Машиноведение, детали машин и прикладная механика

БЛАГОДАРНАЯ О.В. Критерии качества швейной иглы.....	110
БЛАГОДАРНАЯ О.В. Силовая топография магнитного поля при магнитно-абразивной обработке швейных игл.....	112
БОРИСЕНКО Л.А., КОМАР В.Л., КАРАНКЕВИЧ Р.Ю., ЛАГОЙКО Д.И. Разработка новых конструкций планетарных механизмов с гибкими цепными связями.....	114
БОРИСЕНКО Л.А., КОМАР В.Л., КАРАНКЕВИЧ Р.Ю., ЛАГОЙКО Д.И. Конструкция и технология изготовления сборных кли-	

цевых соединений.....	64
КАЗАКОВ А.В. Определение направления обхода дугового участка скорректированной траектории движения токарного реза при обработке на станках с ЧПУ.....	66
КАПИТОНОВ А.В. Экспериментальная оценка точности планетарных роликовых передач.....	68
КАРПЕНКО В.М., ЛЕПИХОВ А.Ю. Анализ методов автоматизированного контроля и управления смесеприготовлением.....	69
КАРПЕНКО В.М., ФИЛИПЕНКО Е.В. Разработка установки для контроля физико-механических свойств смесей.....	71
КОРОТКЕВИЧ А.Ф., АБАКУНЧИК Н.М. Комплексный подход в реализации современных ресурсосберегающих технологий.....	73
КОРОТКЕВИЧ А.Ф., МАЛУТИН В.В. Рентгенографические исследования структуры модифицированных двухкарбидных твердосплавных пластин.....	74
ЛАПТИНСКИЙ В.Н., СТЕЦЕНКО В.Ю., КОНОВАЛОВ Р.В. Расчет охлаждающей способности кристаллизатора при непрерывном литье.....	75
ЛОГВИН В.А., КОТИКОВ П.Ф., ИВАНОВ Ю.И., АБАКУНЧИК Н.М. Накатывание плоских поверхностей роликовым инструментом.....	76
ЛОГВИН В.А., КОТИКОВ П.Ф., НИКОЛАЕВ Ю.В. Особенности моделирования процесса обработки длинномерных заготовок чашечными резцами с непрерывно обновляющейся режущей кромкой.....	78
МЕДВЕДЕВ О.А. Определение допусков составляющих звеньев угловых размерных цепей.....	80
МЕДВЕДЕВ О.А., ШИПУЛЬ В.Н. Выбор заготовок деталей машин с учетом прогнозируемой себестоимости мехобработки.....	82
МЕЛЬНИЧУК П.П., ЛОЕВ В.Е. Обработка плоских поверхностей торцовым лезвийным инструментом с кинематически преобразованным движением формообразующих элементов.....	84
МИНАКОВ А.П., ИЛЬЮШИНА Е.В. Технологические возможности инструмента для суперфинишной пневмоцентробежной обработки с вертикальной подачей при неподвижной заготовке.....	86
МИНАКОВ А.П., ИЛЬЮШИНА Е.В. Аэродинамические характеристики инструмента для суперфинишной пневмоцентробежной обработки.....	87
МИРОНОВ К.Д., МИРОНОВ Д.К. Анализ состояния охраны труда на филиале «БелАЗ-МоАЗ» им. С.М.Кирова.....	88
НИКИЦОВ А.С. Оптимизация технологических переходов при холодной объемной штамповке прогрессивных крепежных изделий с целью снижения величины сопротивления деформации и силы	

позиционных покрытий на рабочих поверхностях деталей триботехнического назначения (направляющие скольжения, корпусные и несущие детали металлообрабатывающих станков, зубчатые колеса редукторов, трансмиссий и т.п.) методом механического плакирования гибким инструментом (рис. 6). Это позволяет не только повысить ресурс и антикоррозионные свойства, но и в ряде случаев, например, в передачах зацепления, снизить генерируемые шум и вибрации.

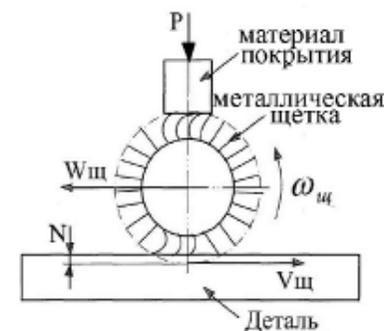


Рис. 6. Схема обработки

Толщина формируемого этим способом композиционного покрытия составляет 0,005...0,3 мм, производительность процесса формирования покрытия толщиной 5...10 мкм - 4400...4800 дм²/ч, себестоимость сформированного покрытия - 1,1...1,3 дол/дм². Внедрение технологий и оборудования для формирования композиционных покрытий методом механического плакирования гибким инструментом может быть успешно использована в ремонтном производстве.

На рис. 7 показана обработка посадочных отверстий станин станков с ЧПУ, втулок и внутренних цилиндрических поверхностей. Это позволяет обеспечить снижение шероховатости обрабатываемой поверхности на 1...2 класса и коэффициентов трения на 25...40 %.



Рис. 7. Примеры формирования композиционных покрытий

В этой же лаборатории (зав. лаб. В.Л. Басинюк) в секторе канд. техн. наук. Е.И. Мардосевич совместно со специалистами ОАО «Белтрансгаз» выполнен комплекс НИОКР по созданию импортозамещающих электроизолирующих фланцевых соединений системы химической антикоррозийной защиты магистральных газовых трубопроводов. Комплект оборудования для нанесения покрытий показан на рис.8.

Созданный комплекс технологических решений и оборудования может быть успешно использован в машиностроении, электротехнической и пищевой промышленности, станках для деревообработки и т.п.



Установка для нанесения полимерного покрытия на фланцы



Программно-аппаратный комплекс управления техпроцессом



Фланцевое соединение в сборе

Рис. 8. Установка для нанесения износостойких декоративных полимерных покрытий

Декоративное цветное полимерное покрытие имеет толщину 0,4...1 мм. Отличительной особенностью его использования является возможность комплексного решения проблемы обеспечения высокой износостойкости, декоративного вида, повышенных до 3...20 кВ электроизолирующих и высоких антикоррозийных свойств, а также и обеспечение экологической безопасности эксплуатации применения.

СОДЕРЖАНИЕ

БАСИНЮК В.Л., ЖОРНИК В.И., МАРДОСЕВИЧ Е.И. Инновационные разработки НТЦ «Технологии машиностроения и технологическое оборудование» ОИМ НАН Беларуси.....	3
КАШЕВСКАЯ Е.В. Социальная ответственность при инновационном управлении качеством автомобильных дорог.....	15
ЯКИМОВ А.И. Методы и средства имитационного моделирования в ERP-системе управления промышленным предприятием.....	26
СКОК Н.В. Развитие теории политической культуры в современной политической науке.....	32

Секция 1. Технологические процессы в машиностроительном производстве, их механизация и автоматизация

АНТОНОВА Е.Н., ГАРЛАЧОВ Н.С. Пневмоцентробежная обработка отверстий малого диаметра.....	42
ВАРТАНОВ М.В. Формализация процедур обеспечения технологичности изделий машиностроения.....	43
ГОНОРОВА С.В. К вопросу определения погрешностей обработки при сверлении отверстий.....	45
ГОНОРОВА О.В., ГОНОРОВА С.В. Оптимизация конструкции тонкостенной балки замкнутого профиля.....	47
ГОРБУНОВ В.П., ГРИГОРЬЕВ В.Ф., РУДИЮК А.Н. Прогнозирование показателей параметрической надежности многоцелевого станка с ЧПУ.....	48
ГРИГОРЬЕВ В.Ф., ГОРБУНОВ В.П., ДАКАЛО Ю.А. Оптимизация линейно-угловых размерных цепей.....	50
ГРИЦЕНКО П.А., КОЗЛОВИЧ П.А. Финишная обработка лепестковыми кругами.....	52
ДАНИЛОВ В.А., КОСТЮЧЕНКО А.И., СЕЛИЦКИЙ А.Н. Реализация методов обработки поверхностей с синусоидальным профилем.....	54
ДАНИЛОВ В.А., СИТЬКО Ю.В., ЧЕПУРНОЙ А.А. Обработка круговых винтовых поверхностей на модернизированных станках...	56
ДОВГАЛЁВ А.М., СУХОЦКИЙ С.А. Конструктивные особенности прогрессивных двухрядных магнитно-динамических инструментов.....	58
ДРАГАН А.В., СОКОЛ В.А. Методы и средства контроля состояния режущих инструментов по силовым и вибрационным параметрам.....	60
ЖОЛОБОВ А.А., ФЕДОРЕНКО А.М. Разработка структуры контурно-циклового системы управления промышленным роботом...	62
ЖОЛОБОВ А.А., ШАЛЫЖИН К.А. Прогнозирование и технологическое обеспечение точности изготовления прямоочных шли-	

Для исследований использовали портландцемент марки М500 и песок $M_{кр}=2$ с соотношением 1:1,5, а в воду затворения ($v/c=0,47$) в количестве от 0,1 до 1,0 % вводили следующие ПАВы: анионный – аммонийную соль олеиновой кислоты, неионогенный – оксиэтилированный нонилфенол (неонол АФ 9-10), катионные - диэтаноламин и моноэтаноламин.

Установлено, что введение в цементно-песчаную смесь 0,1-0,5 % от массы цемента олеата аммония в процессе перемешивания вначале наблюдается ее загущение, а затем пластификация. Наблюдаемый эффект объясняется тем, что при введении данного ПАВ происходит процесс ориентированной адсорбции и взаимодействия их с кальцийсодержащими компонентами цемента с образованием трудно-растворимых солей кальция. Процесс протекает во времени с перестройкой внутренней структуры минерального дисперсоида. Это взаимодействие олеата аммония с кальцийсодержащими компонентами бетонной смеси приводит к торможению процесса схватывания, последующего твердения и гидрофобизации поверхности.

Присутствие неионогенного ПАВ в цементно-песчаной смеси не оказывает заметного влияния на скорость ее твердения и прочность бетона, но способствует смачиванию поверхности частиц смеси водой, а введение в цементно-песчаную смесь водного раствора, содержащего неионогенный ПАВ и олеат аммония обеспечивает пластификацию и разжижение смеси. Последнее позволяет снизить содержание воды затворения в цементно-песчаной смеси до $v/c=0,30-0,32$ и получить объемно-гидрофобизированный бетон. Кроме того установлено, что исследуемый неионогенный ПАВ практически не оказывает влияние на рост кристаллов высокоосновного гидросиликата и формирование сростков и других образований в объеме бетона.

Отличительной особенностью исследуемых катионных ПАВ – диэтаноламина и моноэтаноламина является их способность мигрировать по порам бетона. Это позволяет им проникать за счет диффузии в объем бетона и достигать поверхности стальной арматуры. Поскольку диэтаноламин и моноэтаноламин являются высокоэффективными ингибиторами коррозии металлов, то миграция по бетону аминов к поверхности арматуры обеспечивает торможение процесса ее коррозии. Установлено, что введение их в состав цементно-песчаных смесей позволяет не только защитить арматуру от коррозии в условиях кислотной коррозии, но и тормозит миграцию солей неорганических кислот, например NaCl, по поровому пространству бетона.

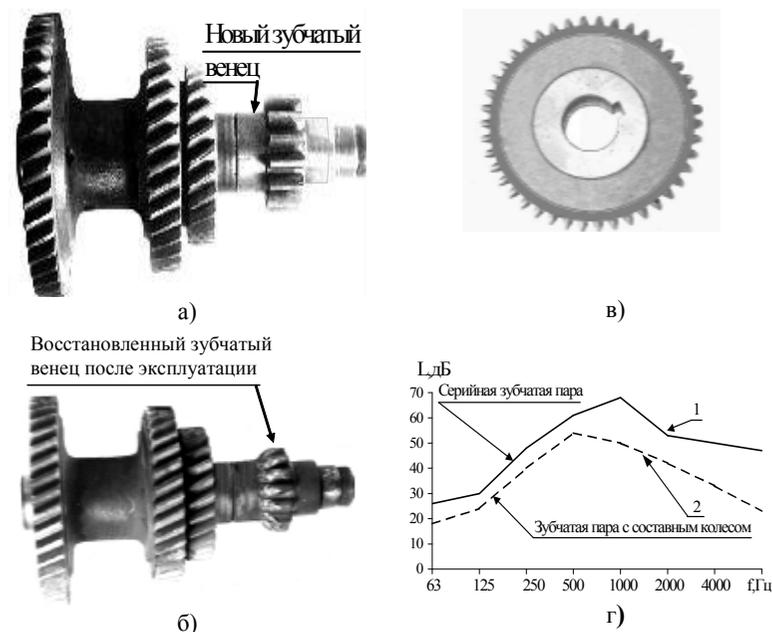


Рис. 9. Блок шестерен коробки скоростей грузового автомобиля ГАЗ-53 с восстановленной заменой с клеевым соединением изношенного на новый зубчатого венца первой передачи и заднего хода (а) и его вид после полного цикла повторной эксплуатации (б); зубчатое колесо станочной передачи с клеевым соединением венца и ступицы (в) и амплитудный спектр вибраций, генерируемых этой передачей

Одна из разработок лаборатории приводов механических систем, включающая технические решения в области «холодного» клеевого соединения элементов при создании композиционных биметаллических систем показана на рис. 9.

К основным преимуществам использования современных клеевых композиций в машиностроении можно отнести:

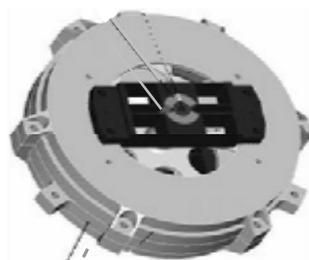
- возможность использования высоколегированных дорогостоящих сталей только в высоконагруженных элементах конструкции;
- возможность применения высокотехнологичных ресурсосберегающих методов обработки, например, при создании блоков шестерен коробок скоростей мобильной техники и обрабатывающего оборудования;
- возможность снижения шума и вибраций, генерируемой трансмиссиями на 6...12 дБ;
- значительное повышение ремонтпригодности и возможности многократного проведения восстановительных работ.

К одной из наиболее перспективных направлений научно-исследовательских работ лаборатории «Приводы механических систем» можно отнести создание в рамках программ «Космос – СГ» и «Космос-НТ» программно-управляемых сервоприводов (рис. 10), ориентированных на функционирование в экстремальных наземных условиях и на аэрокосмических объектах, в том числе открытом космосе (совместная разработка специалистов НТЦ ОИМ с УП «КБТЭМ-СО НПО «Планар», ИММС и ФТИ НАН Беларуси, ИПМех РАН и НПО им. Лавочкина, научные руководители: от Республики Беларусь академик П.А. Витязь, от Российской Федерации –М.А. Броневец).

Двигатель для трибометра



Модуль испытаний подшипников скольжения



Трибометр для испытаний материалов на МКС в открытом космосе



Рис. 10. Трибометр с сервоприводом для МКС и его компоненты

Для мониторинга технического состояния механических и гидравлических приводов в Лаборатории приводных систем создан комплекс методических и аппаратно-программных средств (рис. 11, 12), позволяющих оценить их прогнозируемый или остаточный ресурс в цеховых условиях, при испытаниях и в эксплуатации.

УДК 691.32. 022:620.17

ВЛИЯНИЕ ПАВ НА ПРОЦЕСС ТВЕРДЕНИЯ БЕТОНОВ

Г.Л.ЩУКИН, В.П.САВЕНКО, *А.И.ПЕЛЮШКЕВИЧ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

В последнее время в мировой строительной индустрии интенсивно развиваются новые технологии производства современных добавок, используемых в цементно-песчаных и других строительных смесях и обеспечивающих получение высокопрочных, самоуплотняющихся бетонов с низким водопоглощением.

В ряде таких технологий используются ПАВы, без которых трудно представить современные достижения в гальванических, лакокрасочных, металлургических и других производствах. Они положительно влияют на бетонные композиции как на стадии их приготовления, так и на стадии готовых изделий, и способны регулировать их свойства в нужном потребителю направлении. В частности, при твердении цементного камня в их присутствии рост зародышей кристаллизации сильно замедляется, а это способствует образованию гораздо большего числа центров кристаллизации и формированию значительно более мелкокристаллической структуры. В процессе гидратации цемента адсорбция ПАВ на возникающих кристаллических новообразованиях резко подавляет их рост, что приводит к стабилизации их размеров, и процесс гидратации цемента замедляется. В то же время, из-за различной величины адсорбции ПАВ на разных гранях кристалла, их рост будет замедляться по-разному. В таких условиях кристаллизация идет преимущественно по направлениям с образованием кристаллов с иглообразным габитусом.

Добавка ПАВ, например солей лигносульфоновых кислот, изменяет не только форму кристаллов, но и кинетику их роста, приводя к возникновению коагуляционной сетки из переплетенных вытянутых кристаллитов трехкальциевого гидросиликата. Это ведет к изменению внутренней структуры цементного камня и состава гидросиликатов кальция.

Однако добавки ПАВ не только влияют на внутреннюю структуру бетонов, но и снижают поверхностное натяжение воды, облегчают равномерность ее распределения тонким слоем по поверхности цементных частиц. Это обеспечивает возможность полного обводнения их поверхности, образование контактных менисков и создание условий для формирования смеси с максимальной подвижностью, при которой сохраняется ее способность удерживать содержащуюся в ней воду.

вести, хлорида кальция, сахара и глицерата кальция воздействием различной концентрации силиката натрия при комнатной температуре.

Установлено, что гидросиликаты кальция, полученные из разбавленных растворов сахаратов и глицератов кальция имеют гелеобразную структуру. Высушенные при температуре 80-100 °С гидросиликаты по данным рентгенографии и растровой микроскопии были аморфными образованиями с соотношением кальция и кремния 2,2-2,8:1,1. Прогрев этих осадков при 400 °С и 700 °С не обеспечил их кристаллизации. Лишь при 1200 °С появились кристаллические фазы волластонита CaSiO_3 .

Полученные аморфные гидросиликаты из сахаратов и глицератов кальция, а также продукт их прокаливания дробили до 60-80 мкм и в количестве 3 % от массы цемента вводили при перемешивании в цементно-песчаную смесь состава: ПЦ-500 – 86,5 г., паста – 128,9 г, В/Ц = 0,47 практически не оказывает влияния на скорость начального твердения бетона.

Из анализа литературных и полученных при проведении исследований роли добавок, вводимых в дисперсную систему цементно-песчаной смеси и обеспечивающих ускорение процессов начального твердения бетонов следует, что механизм действия как моно, так и комплексных добавок весьма сложен.

В ряде случаев без глубокого анализа процессов, протекающих как на поверхности цемента, так и вне трудно определить механическое действие введенной в состав цементно-песчаной смеси добавки и, главное, ее влияния на конечный и регулярный рост кристаллических структур.

Можно предположить, что продукт взаимодействия глицерина с кремневой кислотой в дисперсной среде распадается на глицерин, взаимодействующий с соединениями кальция переводя их в растворимое состояние, и активную кремневую кислоту, которая связывает ионы кальция в процессе формирования кристаллических структур гидросиликатов.

Эти кристаллические структуры гидросиликатов должны обладать высоким значением потенциальной энергии и способны формировать систему кристаллов, друз и т.д.

Аппаратно-программные комплексы для мониторинга технического состояния гидравлических приводов по КПД (рис. 11) созданы в процессе совместных исследований специалистов НТЦ и ПО МТЗ (руководитель НИОКР от ПО МТЗ - И.Н. Усс). Они ориентированы на оценку качества изготовления и сборки насосов и гидравлических приводов мобильных машин, обрабатывающего и технологического оборудования, а также оценку их технического и остаточного ресурса состояния при испытаниях и в эксплуатации. В основу создания методических и аппаратно-программных средств мониторинга технического состояния гидроприводов положено два методических подхода. Первый ориентирован на испытания, оценку качества изготовления и сборки в цеховых условиях и мониторинг гидроприводов в стационарных условиях. В нем нагружения осуществляются посредством гидроаккумулятора или программно-управляемого дросселя, второй - на мобильный мониторинг гидроприводов с использованием переносных или бортовых микропроцессорных систем.

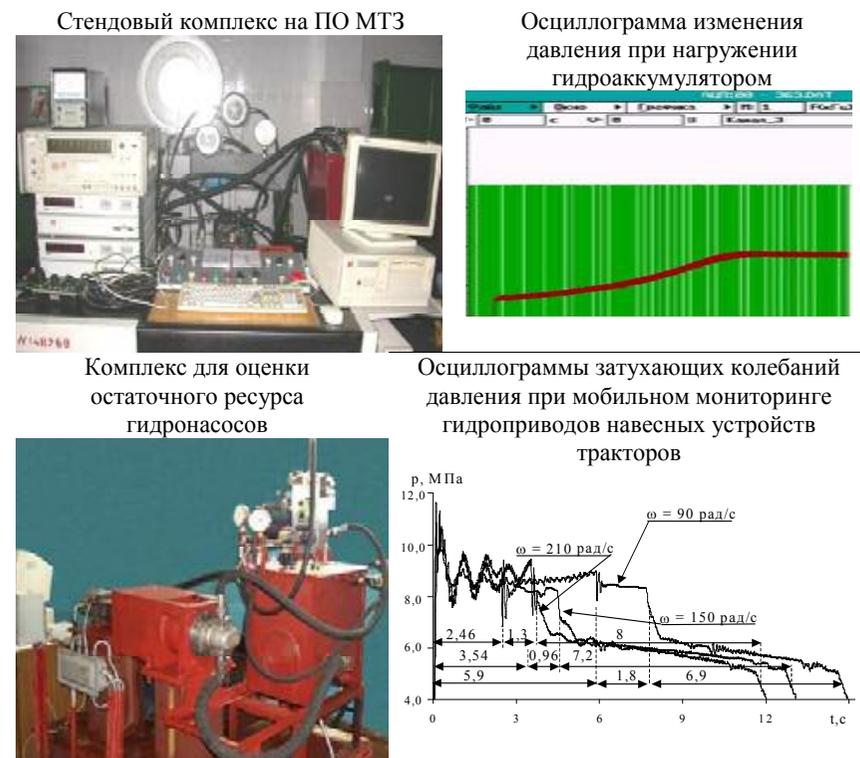


Рис. 11. Средства контроля технического состояния насосов и гидроприводов

Комплекс для вибродиагностики трансмиссий на основе передач зацеплением и роторных систем МАК-01 показан на рис. 12. Комплекс внедрен на ЭРУП «Опытный завод путевых машин станции Пинск Белорусской железной дороги». При его использовании для каждой кинематической схемы привода составляется эталонный спектр, по отношению к которому производится диагностика машины.



Рис. 12. МАК-1

Приведенные выше примеры технических возможностей специалистов комплексного научно-технического центра «Технологии машиностроения и технологическое оборудование» Объединенного института машиностроения НАН Беларуси и их практической реализации подтверждают эффективность и перспективность проведения совместных с производственными предприятиями и учебными заведениями НИОКР в области создания инновационных разработок в Республике Беларусь.

УДК 666.971.16

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ ПРИ НАЧАЛЬНОМ ТВЕРДЕНИИ БЕТОНОВ

Г.Л.ЩУКИН, В.П.САВЕНКО, С.А.КАРПУШЕНКОВ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Опыт использования добавок, обеспечивающих ускоренное твердение бетонов, показывает, что во многих случаях применение комплексных добавок более перспективно чем монодобавок. Основное преимущество таких добавок выражается в том, что монодобавки в большинстве случаев наряду с положительным оказывают и отрицательное действие на свойства бетонов. Вместе с тем, в научной литературе практически отсутствуют критерии анализа влияния тех или иных добавок на процессы, протекающие в высокодисперсных системах цементно-песчаных смесей в начальный период твердения бетонов.

Введение в цементно-песчаную смесь глицерина, способного растворять продукт гидролиза высокоосновного гидросиликата кальция – $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с образованием растворимого глицерата кальция на 8-11 % сокращает время схватывания смеси. Вместе с тем установлено, что нахождение в зоне реакции гидратации цемента значительного количества глицерата кальция негативно сказывается на скорости схватывания цементно-песчаной смеси. В тоже время введение в цементно-песчаную смесь 1,0 % от массы цемента продукта взаимодействия глицерина с кремниевой кислотой, который в воде затворения распадается на глицерин и активную кремниевую кислоту с размером коллоидных частиц до 10-15 мкм, уменьшает время схватывания смеси в 1,8-2,1 раза.

В то же время введение в цементно-песчаную смесь, содержащую добавку глицерина, 3 % порошкообразной кремневой кислоты с размером частиц 100-150 мкм не позволяет достичь таких результатов. Не обеспечивает их достижение и добавка в цементно-песчаную смесь 3 % гелеобразной массы кремневой кислоты.

Известно, что гидросиликаты кальция являются эффективными химическими инициаторами твердения цементного теста. Они представляют собой готовые центры кристаллизации – затравки, и применяются в тех случаях, когда лимитирующей стадией процесса твердения является кристаллизация новообразований в объеме матрицы бетона. Желательно, чтобы затравки имели размеры 10-100 мкм. Такие добавки способствуют спонтанному возникновению центров кристаллизации, образованию сростков и друз.

Нами синтезированы высокоосновные гидросиликаты кальция различными способами: из концентрированных и разбавленных растворов из-

Ю.А.ЩЕПОЧКИНА

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Иваново, Россия

В современной строительной индустрии для приготовления бетонов широко используются разнообразные крупные заполнители, создаются новые. Рассмотрим несколько разработанных нами заполнителей для бетонов.

Крупный заполнитель для бетона (патент № 10076 РБ) выполнен в виде зерна округлой (шарообразной) формы и состоит из двух частей, изготавливаемых пластическим формованием из глинистого сырья. Перед обжигом части склеивают керамическим шликером, при этом образуется округлая полость, в которую предварительно может быть помещено пористое тело. В качестве пористых тел предлагается пеностекло, вспученный шунгит, минеральная вата и другое. Крупный заполнитель с внешней стороны может иметь бугристую поверхность. Такой заполнитель может быть применен при изготовлении массивных бетонных конструкций.

Оригинальный художественный эффект дает использование крупного заполнителя, подготовленного по способу (патент № 2304508 РФ), предусматривающему нанесение на поверхность зерен гравия или щебня нескольких слоев цветного цементного теста. Каждый последующий слой наносят после отверждения предыдущего. Применение такого щебня открывает широкие перспективы в дизайнерских решениях при оформлении интерьеров, фасадных поверхностей зданий, куполов, колонн, ограждений, создании малых архитектурных форм. Возможно получение многоцветных плит путем распиливания бетонных заготовок.

В производстве декоративных бетонов возможно использование крупного металлического заполнителя с бетонным «сердечником» (патент № 2309920 РФ). Для получения такого заполнителя металлическую трубку (латунную, алюминиевую, стальную) распиливают на отдельные отрезки, например, длиной 20-70 мм. Полость каждого отрезка заполняют цветной цементно-песчаной расширяющейся смесью. После отверждения в трубке цементно-песчаная смесь образует цветной (красный, желтый, зеленый и т.д.) бетонный «сердечник». Такой заполнитель может быть эффективно использован при производстве бетонных заготовок, подлежащих распиливанию на плиты. Применяя в составах смесей для заполнения полости трубок различные по окраске цементы, можно получать бетонные изделия с многоцветной поверхностью.

Е.В.КАШЕВСКАЯ

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

Формирование дорожной политики фактически отражает стратегическое видение будущего дорожной отрасли и автомобильных дорог, служит для определения долгосрочной перспективы развития, формулирует будущий образ дорожного хозяйства и цели дорожной отрасли. В условиях ограниченного бюджета целесообразно использовать конструктивный подход к определению дорожной политики в области управления качеством, которым устанавливается более четкая ответственность, более четко формулируются цели, справедливо и более полно удовлетворяются потребности заказчика.

Инновационное управление качеством автомобильных дорог. Совершенствование системы управления качеством автомобильных дорог может осуществляться по направлениям, которые определяются факторами влияния на управляемость системы: экономическими; финансовыми; научно – техническими (инженерными); организационными; социальными.

В связи с этим, критерии для мониторинга процессов управления качеством автомобильных дорог на всех уровнях иерархии управления можно по аналогии классифицировать как: экономические; финансовые; инженерные; экологические; организационные и социальные.

Объективность и научная обоснованность используемых критериев мониторинга процессов управления качеством автомобильных дорог будет определять работоспособность всей системы управления качеством автомобильных дорог и как следствие – способность системы реализовать стратегические цели, так как эффективность управления качеством зависит от своевременности и адекватности применяемых корректирующих и предупреждающих действий.

Разработка корректирующих и предупреждающих действий может осуществляться только на основе объективной информации о ходе течения процесса и о состоянии автомобильной дороги. В этом случае согласно интерпретации процессов в управлении качеством, предложенной специалистами БНТУ, на выходе процесса будет не только «продукт» данного процесса, как результат преобразования «входа», но и информационный поток о характеристиках данного продукта (**факты**).

С точки зрения необходимости принятия научно-обоснованных корректирующих и предупреждающих действий данный информационный

поток целесообразно погрузить в цикл непрерывного улучшения Э. Деминга. Учитывая разную интерпретацию, встречающуюся в литературе для описания цикла Деминга, считаем, что с позиции научного обоснования принятия управленческих решений правильнее будет рассматривать цикл: Search – Act – Plan – Do (исследуй, что сделано – реши, что надо для совершенствования? – спланируй, как это сделать? – делай). Кроме того, принимаемый в данном случае цикл будет отличаться от классического не только использованием функции «исследуй» вместо «проверь», но и смещением фазы начала цикла на функцию «исследуй». Для построения системы обеспечения качества автомобильных дорог можно использовать предложенную специалистами Белорусского национального технического университета модель менеджмента качества, как системной «переработки» информации (рис. 1), заменив цикл управления «Plan – Do – Check - Act» (планируй - делай – контролируй – совершенствуй) на цикл инновационного управления «Search – Act – Plan – Do» (исследуй – совершенствуй – планируй – делай).

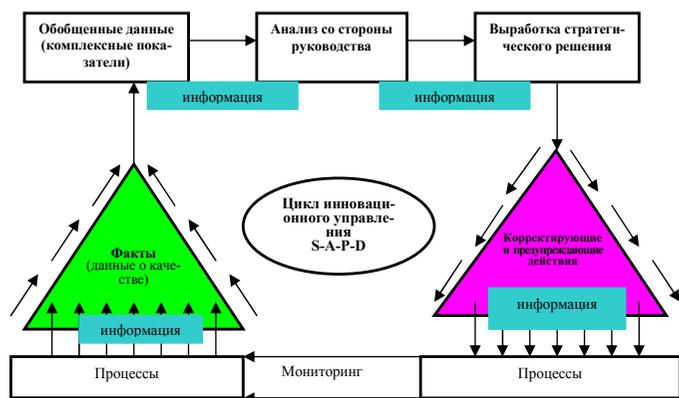


Рис.1. Менеджмент качества автомобильных дорог как системная «переработка» информации на основе цикла инновационного управления

Для перехода от системы контроля качества автомобильных дорог к системе обеспечения качества автомобильных дорог необходимо соблюдать один из ключевых принципов менеджмента качества – «управление, основанное на фактах», который с учетом проведенных нами рассуждений правильно будет сформулировать как инновационное управление, основанное на научно-обоснованных критериях мониторинга процессов управления качеством.

Отходы промышленности занимают огромные территории, что обуславливает неудовлетворительную экологию. Охрана окружающей среды заключается в освобождении территории от побочных продуктов и их рекультивации, что позволяет ликвидировать свалки, снизить стоимость строительства автомобильных дорог. Наряду с этим велика экологическая роль в промышленности строительных материалов, способной использовать огромное количество минерального сырья.

Особенно материалоемко дорожное строительство. На 1 км дороги расходуется десятки тысяч тонн дорожно-строительных материалов, которые могут быть получены из отходов металлургической, химической промышленности и др.

Отходы промышленности – материалы невысокого качества, характеризующиеся большой неоднородностью, поэтому необходимо производить оценку их качества и выбирать такой способ производства работ, чтобы потенциальные возможности этого материала были полностью использованы.

Нами проводятся исследования по возможности использования отходов литейного производства РУП завода «Могилёвлифтмаш» для укрепления грунтов в основании дорожных одежд и в других дорожно-строительных материалах.

На данном производстве производится выплавка серого и высокопрочного чугуна, цветных металлов, побочными продуктами которых является шлак. В отвалах шлаки чёрной металлургии имеют вид застывшей монолитной лавы или больших глыб по форме шлаковых ковшей. Текстура медленноохлаждённых шлаков плотная, структура – кристаллическая, а цвет – от светло-серого до тёмно-серого. Прочность при сжатии кусковых шлаков находится в пределах от 20 до 100 МПа, водопоглощение от 1 до 25 %. Основные доменные шлаки относят к распадающимся или склонным к распаду, а кислые – к устойчивым. Куски шлака имеют включение металла в виде летников, лома и обрезков.

Из шлакового расплава можно получать отливки в виде брусчатки, бортовых камней. Кусковой шлак пригоден для переработки на щебень и песок, а полураспавшиеся и распавшиеся шлаки могут быть использованы в качестве песка и минерального порошка в асфальтобетоне.

Проблему утилизации шлака необходимо решать комплексно с участием производителей отходов и их потребителей. Это позволит организовать эффективное безотходное производство, исключая загрязнение окружающей среды.

Е.А.ШАРОЙКИНА, В.А.КЕМОВА, А.Б.МОИСЕЕНКО
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Современный прогресс в материаловедении, особенно в строительстве, идет по многим направлениям, но основными из них, на наш взгляд, являются: нанотехнологии и наноматериалы, комплексная механоактивация в составе дезинтеграторных технологий, а также использование различных воздействий - тепловых, фазовых, радиационных, химических и других.

В составе этих направлений нами предполагается, что качественное развитие в производстве многих материалов, возможно, достигнуть путем уменьшения предельных размеров частиц измельченного материала и максимальной активизации их энергетического потенциала техническим средством достижения поставленной цели может служить предлагаемый нами способ рессорного измельчения. Суть его сводится к обеспечению таких условий микроразрушения частиц, когда размеры измельчающих элементов, выполненных в виде пластин, имеют минимальную толщину и создают в зонах разрушения максимальные контактные напряжения различных видов: сжатие, сдвиг, истирание.

Подтверждением сказанному служит устойчивая зависимость толщины помола от размеров мелющих тел, например, шаров. Это четко коррелируется с результатами работы шаровых мельниц, бисерных и планетарных мельниц. Определяющим параметром при этом является энергонапряженность, т.е. количество энергии, вводимое в единицу объема помольной камеры. Достигнуть, такую ситуацию в аппарате можно увеличением контактной прочности рабочих поверхностей измельчающих элементов, увеличением прикладываемого усилия при обеспечении высокочастотного воздействия на частицы обрабатываемого продукта. Для подтверждения выдвинутых положений нами планируется использовать в качестве рабочих элементов – рессоры, стержни.

Существующее многообразие и разрозненность критериев оценки качественных характеристик автомобильных дорог можно объяснить тем, что для дорожной отрасли характерно разграничение понятий потребитель (пользователь) и заказчик (в Республике Беларусь интересы государства как заказчика (собственника автомобильных дорог) представляет департамент «Белавтодор» Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь).

Для потребителей (водителей, пассажиров, пешеходов) основным критерием качества автомобильных дорог является возможность безопасного и комфортного круглосуточного и круглогодичного движения по автомобильным дорогам. И в этом случае критерии качества автомобильных дорог для потребителей можно представить в соответствии с пирамидой Маслоу (рис. 2).



Рис. 2. Потребности человека по Маслоу

Если оценивать качество автомобильных дорог в соответствии с иерархией критериев потребностей по Абрахаму Маслоу, то, выполняя важнейшие социальные функции, сеть автомобильных дорог нашей республики не обеспечивает удовлетворения физиологических потребностей человека из-за низкого уровня развития системы придорожного сервиса (таблица 1); на автомобильных дорогах Республики Беларусь не обеспечена необходимая безопасность дорожного движения (таблица 2). Социальные потребности удовлетворяются за счет обеспечения круглогодичного, круглосуточного проезда по сети автомобильных дорог с расчетными скоростями и нагрузками, доступностью пользования общей сетью автомобильных дорог бесплатно.

Табл. 1. Показатели развития сети автомобильных дорог

Наименование показателей	Единица измерения	На 1 января		
		2006 г.	2011 г.	2016 г.
Улучшение транспортно-эксплуатационного состояния республиканских автомобильных дорог по интегральному показателю ровности (IRI)	м/км	4,7	4,3	3,6
Протяженность участков республиканских автомобильных дорог с превышенными межремонтными сроками по капитальному ремонту	км	10729	8737	7145
Обеспечение нагрузок на одиночную ось 11,5 т по автомобильным дорогам, связывающим г. Минск с областными центрами, и на направлениях международных транспортных коридоров	км %	43720	140566	2135100
Количество мостов, не отвечающих нормативным требованиям, на автомобильных дорогах общего пользования	штук	2238	1151	-
Протяженность грунтовых местных автомобильных дорог	км	10766	5908	-
Обеспеченность объектами придорожного сервиса	штук	1202	1804	1905

Табл. 2. Количество ДТП и число пострадавших в них за 1997- 2005г.г. в Республике Беларусь

Характеристика ДТП	Годы								
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Общее количество ДТП									
Всего ДТП, шт.	6914	6849	6709	6327	7204	7194	7218	6327	7717
Погибло, чел.	1787	1845	1764	1594	1728	1764	1688	1594	1673
Ранено, чел.	7120	6897	6690	6401	7472	7361	7522	6401	8047
Количество ДТП на автомобильных дорогах общего пользования									
Всего ДТП, шт.	3000	2889	2837	2710	3007	3321	3516	2710	3600
Погибло, чел.	1098	1166	1070	997	1129	1239	1251	997	1237
Ранено, чел.	3226	2979	2880	2804	3148	3320	3589	2804	3689

УДК 624.014
ВОЗВРАЩЕНИЕ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ ТЕХНОГЕННО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

А.А.ШАМАРИНА
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пермь, Россия

В сложившихся экономических условиях, когда земля стала объектом коммерческого использования, проблема восстановления и использования нарушенных городских территорий в производственных зонах приобретает все большую актуальность.

К нарушенным землям относятся деформированные и деградированные городские территории. Это земли, испытывающие воздействие прямых и косвенных факторов техногенеза: химического загрязнения, захлывания, развития процессов эрозии, карста, суффозии. Примерами нарушенных земель являются Асбестовый карьер площадью 15га, Рефтинский золоотвал площадью 950 га, бывший щелоконокопитель в г. Соликамске Пермского края площадью 23 га.

Аэрогенный вынос золошлакового материала обуславливает загрязнение приземного слоя атмосферы, а ассимиляция твердых частиц на прилегающей территории приводит к загрязнению почв и грунтов зоны аэрации.

Восстанавливают нарушенные земли, проводя рекультивацию в несколько этапов. При этом, выделяют мероприятия: по восстановлению плодородия или улучшению качества верхнего слоя почвы, устранению вредного воздействия токсичных пород и отходов на окружающую среду, обеспечению требуемых режима и состава поверхностных и подземных вод, а так же по обеспечению инженерной защиты объектов рекультивации от эрозии, подтопления, затопления, засоления.

Нарушенные территории производственных зон могут восстанавливать биосенотоз естественным путем. Примером является щелоконокопитель в г. Соликамске в производственной зоне ЦБК. В течение 20 лет территория заболачивалась за счет застоя атмосферных вод, постепенно покрывалась влаголюбивой растительностью, низкорослыми кустарниками. Вдоль южной границы участка сформировалась обширная лесополоса.

Геологическая среда по данным изысканий 2008 г. представлена техногенными (насыпными) грунтами, биогенными торфами и глинами заторфованными, аллювиальными песками пылеватыми и суглинками. С поверхности сформировался почвенно-растительный слой мощностью 0,1 м.

Для восстановления нарушенной территории бывшего щелоконокопителя нами предложено осушить заболоченный участок с помощью влаголюбивых деревьев с развитой корневой системой.

В агроклиматических условиях г. Соликамска были рекомендованы березы, во взрослом состоянии осушающие почву вокруг себя в диаметре 6-8 метров на глубину 1,5 м. Хорошо приживаются в Пермском крае саженцы сосны, лиственницы. Плодородный грунт, с учетом уже сформировавшегося за 20 лет почвенного слоя, вносится небольшими участками толщиной не более 30 см.

В настоящее время нами проводятся микробиологические исследования грунтов. По окончании биологического этапа рекультивации предполагается использование территории щелоконокопителя под рекреационную зону г. Соликамска.

вой поверхности наконечника сваи по направлению от острия к стволу (табл. 1).

Эффективность применения свай обеспечивается за счёт возможности перетекания грунта по пазам из-под острия (зоны повышенного давления) к боковой поверхности ствола (зону пониженного давления) в процессе погружения свай. С точки зрения технологичности изготовление более предпочтительной является призматическая форма заострения ствола под углом $40^{\circ} \dots 50^{\circ}$ с прямолинейными пазами вдоль боковой поверхности наконечника.

Установка свай в грунт осуществляется по традиционной технологии погружения забивных свай с помощью сваебойных установок, оборудованных дизельными или паровоздушными молотами.

Применение забивной сваи не ухудшает ни одного технико-экономического показателя обычной конструкции сваи аналогичного назначения (несущей способности, армирования, сложности изготовления, материалоемкости), но приводит к снижению энергоёмкости (числа ударов) и времени погружения в среднем на 20 %, сокращению количества добивок свай после «отдыха» и уменьшению материалоемкости около 0,5 %, снижению динамических нагрузок на близлежащие конструкции и сооружения, что играет немаловажную роль в условиях реконструкции предприятий. Технология изготовления – традиционна, дополнительных капитальных затрат не требует.

По сравнению с обычными призматическими (гладкоствольными) сваи с пазами по боковым граням наконечника обеспечивают получение экономического эффекта в размере 5...10 тыс. р. (2...3 долларов США) на одну забивную сваю за счёт снижения энергоёмкости и времени погружения, транспортных затрат и материалоемкости изделий, количества поломанных свай. Учитывая большое количество забиваемых свай в Республике Беларусь (более 1 млн шт.), экономический эффект может быть существенен.

Конструкция забивных свай испытана и внедрена на МПМК–16 г.Пинска.

Табл. 1. Техническая характеристика предлагаемой конструкции забивной сваи

Размеры поперечного сечения ствола, см	30x30
Длина сваи, м	6...10
Армирование	центральное
Угол заострения	45°
Угол сбега пазов	30°
Наибольшая глубина пазов, см	6,5...7
Ширина пазов, см	10...15

По данным Управления ГАИ Министерства внутренних дел за 2006 год произошло 8,3 тыс. ДТП, в которых погибло 1,7 тыс. человек и 8,8 тыс. человек получили ранения; в течение 8 месяцев 2007 г. произошло 4699 ДТП, 929 человек погибло, 5097 ранено.

Целевыми показателями управления качеством автомобильных дорог в этом случае следует рассматривать требуемые **потребительские свойства** (безопасность движения, пропускная способность, обеспеченная расчетная скорость, комфорт (наличие объектов дорожного сервиса), эргономические свойства), и **обеспеченные сроки службы** (межремонтные сроки) как меру эффективности использования финансовых средств.

Фактически создание благоприятных условий в области дорожной инфраструктуры является ничем иным, как обеспечением ценности продукта, услуг, предоставляемых дорожной инфраструктурой для потребителя. Задачу управления качеством автомобильных дорог на стратегическом уровне управления можно определить как обеспечение ценности для потребителя. Следует отметить, что с учетом необходимости удовлетворения требований потребителей (водителей, пассажиров, пешеходов, грузоотправителей, грузополучателей, грузоперевозчиков) на первый план выдвигаются критерии обеспечения ценности автомобильных дорог для потребителей. По классификации профессора И.И. Леоновича их можно отнести к **коммуникативным свойствам** автомобильной дороги (по аналогии с транспортно-эксплуатационными).

Концепция социальной ответственности основана на двух стратегических целях дорожной отрасли: стратегическая цель для экономики страны - это создание благоприятных инфраструктурных условий для экономического и социального развития Республики Беларусь, повышения уровня жизни и деловой активности населения, эффективности использования производственных и природных ресурсов страны и укрепление национальной безопасности; стратегическая цель для предприятий дорожной отрасли – стать конкурентоспособным на рынке дорожно-строительных работ, сохранить рабочие места; и заключается в том, что действия дорожных организаций должны способствовать устойчивому развитию общества и окружающей среды, а также обеспечивать длительное существование самой организации.

Ключевые проблемы социальной ответственности предприятий и организаций дорожной отрасли Республики Беларусь можно классифицировать в соответствии со схемой, представленной на рис. 3.

В.П. ЧЕРНЮК, С.М. СЕМЕНЮК
Учреждение образования
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Брест, Беларусь



Рис. 3. Классификация ключевых проблем социальной ответственности предприятий и организаций дорожной отрасли Республики Беларусь

Вовлечение сообщества заключается в идентификации заинтересованных сторон при формировании дорожной политики в области качества автомобильных дорог (рис. 4).

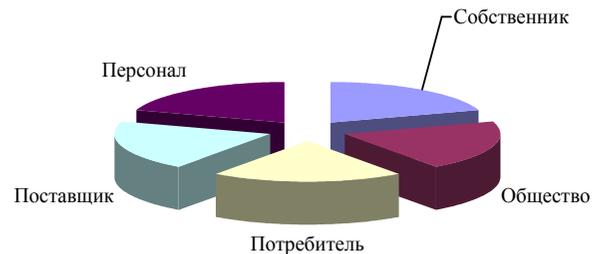


Рис. 4. Заинтересованные стороны процесса управления качеством автомобильных дорог

Обеспечение ценности для потребителя важно не только определить количество требуемых объектов придорожного сервиса, но и установить **социальные стандарты их оборудования**. Таким образом, следует обосновать причины необходимости разработки системы социальной стандартизации объектов придорожного сервиса.

Эффективность процесса погружения свай в грунт и энергоёмкость установки зависит от значительного числа влияющих факторов – свойств грунта, конструктивных особенностей свай, условий их погружения, метода установки в грунт и др., которые условно можно делить на четыре группы.

К первой группе относятся конструктивные особенности свай. Это угол заострения наконечников свай и режущих грунт профилей, форма выполнения наконечников и стволов свай, материал стволов свай и режущих элементов и др.

Вторую группу составляют технические приёмы погружения свай – использование обмазок и синтетических смол искусственного происхождения и глинистых паст для обмазки стволов, наконечников и режущих профилей свай, применение синтетических плёнок для покрытия стволов, наконечников и режущих профилей, использование физических способов (электроосмоса, гидроподмыва, водопонижения) для повышения скорости погружения свай.

Третью группу составляют технологические факторы, к которым можно отнести раздельное, ударно-вращательное и электрогидравлическое погружение свай, увеличение КПД забивки свай.

К последней группе можно отнести организационные факторы. Это – изменение схемы организации работ, схемы погружения свай, улучшение организации рабочего места и технологии производства свайных работ.

Каждый путь повышения эффективности погружения свай заслуживает должного внимания. Остановимся на первом – конструктивном, а именно на совершенствовании формы выполнения наконечников свай.

Одной из прогрессивных разработок данного направления является забивная свая, созданная в университете (А.с. СССР №1135843).

Забивная свая предназначена для использования в качестве конструкций фундаментов, пониженной энергоёмкости погружения и может быть применена в промышленном, гражданском и сельскохозяйственном строительстве при возведении различного рода объектов, зданий и сооружений.

Конструкция забивной сваи предусматривает два варианта исполнения и состоит из ствола с продольными прямолинейными пазами на боко-

В.П.ЧЕРНЮК, О.С.СЕМЕНЮК

Учреждение образования

«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Брест, Беларусь

Одной из важнейших задач в области свайного фундаментостроения является повышение несущей способности свай по грунту основания, т.е. замена нескольких конструкций свай одной – сравнительно простой, эффективной и технологичной в изготовлении конструкций.

Для решения этой задачи в строительстве известны и широко применяются, наряду с призматическими, пирамидальная, клиновидная, ромбовидная, булавовидная и другие виды забивных свай заводского изготовления. Одни из них применяются на Дальнем Востоке, в Сибири и на Крайнем Севере России, другие в Прибалтике, Белоруссии, Украине и Молдавии.

В Брестском государственном техническом университете разработаны несколько типов забивных свай достаточно простой конструкции. Одна из них защищена А.с. СССР №1278403, так называемая забивная свая с «двойным» наконечником. Конструкция представляет собой ствол с одним и расположенным выше другим наконечниками, т.е. имеется углубление в стволе сваи по боковой поверхности для образования аналогичного первому второго наконечника. Глубина углубления в теле ствола сваи не превышает 5 см, длина составляет 1...1,5 м.

Наличие «двойного» наконечника позволяет, во-первых, повысить несущую способность сваи на 20-30 % по грунту основания за счет обеспечения возможности работы ствола сваи в двух уровнях (на уровне первого и второго наконечников) и, во-вторых, на столько же процентов снизить энергоёмкость погружения сваи в грунт в процессе её забивки за счёт облегчения возможности перетекания грунта от одного наконечника к другому через углубление, т.е. из зоны повышенного давления в зону пониженного давления грунта.

Погружение сваи в грунт, как и всех перечисленных выше конструкций, осуществляют обычным традиционным способом – забивкой дизель-молотом, навешиваемым на копровую установку.

Армирование сваи – типовое: объёмное в виде пространственных каркасов или линейное – в виде стержневой, прутковой или прядевой арматуры.

Применение сваи, помимо повышения несущей способности и уменьшения энергоёмкости погружения в грунт, обеспечивает снижение материалоемкости изделия (бетона) приблизительно на 1 % за счёт наличия углублений в стволе.

Сваи с «двойным» наконечником испытывались в опытной порядке в г. Бресте на опытной площадке ДСК и показали положительный эффект. Длина испытанных свай составляла 6 м, сечение 30×30см.

На основании цикла инновационного управления (рис. 1), необходимо рассмотреть эту проблему с теоретической точки зрения, используя пирамиду потребностей человека по Маслоу (рис. 2).

Оценка объектов придорожного сервиса на дорогах Республики Беларусь по иерархии потребностей человека Маслоу показывает, что, в настоящее время, объекты придорожного сервиса соответствуют в лучшем случае уровню удовлетворения человеком своих физиологических потребностей. Это раскрывает очевидное противоречие, так как сами по себе автомобильные дороги предназначены для удовлетворения более высоких по иерархии - социальных потребностей. Таким образом, социальная стандартизация объектов придорожного сервиса и критерии оценки качества объектов придорожного сервиса должны соответствовать уровню потребности в уважении человека к самому себе.

Обеспечение автомобильных дорог объектами дорожного сервиса, соответствующими данному уровню потребностей человека, конечно, является достаточно дорогостоящим мероприятием. Однако, при расчете экономической эффективности обустройства объектов придорожного сервиса современными системами водоснабжения, канализации, приспособлениями и устройствами для обеспечения безбарьерной среды жизнедеятельности для людей с ограниченными физическими способностями следует принимать в расчет не только сугубо транспортные перспективы привлечения дополнительных потоков транзитного транспорта (по данным РУП «Белдорцентр» в 1994 году через территорию республики перемещалось 400 тыс. грузовых автомобилей, а в настоящее время уже 1,5 млн. транзита), но также и перспективы развития международных туристических маршрутов по территории Республики Беларусь (национальная программа развития туризма в Республике Беларусь на 2006 – 2010 годы), обеспечение удобства пользования дорогами для людей с ограниченными физическими способностями (Государственная программа о безбарьерной среде жизнедеятельности физически ослабленных лиц на 2007 – 2010 годы), сохранение здоровья населения репродуктивного возраста (Национальная программа демографической безопасности Республики Беларусь на 2007 – 2010 годы).

Повышение требований к объектам придорожного сервиса, наличию цивилизованных туалетов на автомобильных дорогах Республики Беларусь является безусловным, если республика действительно намерена стать привлекательной для туризма и путешествий не только граждан своей страны, но и зарубежных гостей.

Не следует при этом забывать, что в этом случае все объекты придорожного сервиса должны обеспечивать и безбарьерную среду жизнедеятельности для физически ослабленных лиц.

Особого внимания требует к себе проблема демографической безопасности, для решения которой в целях стабилизации демографической

ситуации и создания предпосылок для демографического роста, утверждена Национальная программа демографической безопасности Республики Беларусь на 2007 – 2010 г.г., целью которой является создание условий, направленных на предотвращение дальнейшего ухудшения демографической ситуации, и формирование предпосылок для улучшения демографически-производственных процессов.

Национальная программа предусматривает решение следующих задач: реализацию целостной системы мер социально-экономического, правового, организационного характера, направленных на повышение качества жизни семей с детьми; снижение заболеваемости и смертности за счет мероприятий по формированию здорового образа жизни и устранения влияния неблагоприятных факторов среды; снижение смертности населения от всех причин в результате внедрения медико-организационных, технологических и инновационных мероприятий; оптимизацию внутренних и внешних миграционных потоков с учетом национальных демографических интересов.

Для решения всех перечисленных задач огромное значение будет иметь качество дорожной инфраструктуры и социальная стандартизация объектов придорожного сервиса.

Так, реализация системы мер социально-экономического, правового, организационного характера, направленных на повышение качества жизни семей с детьми будет бесполезной, если семьи с детьми не будут обеспечены возможностью удовлетворения своих социальных и творческих потребностей (посещение с детьми цирка, театров, музеев), т.е. будет отсутствовать качественная дорожная инфраструктура.

Вместе с тем, применяемые в настоящее время на большинстве объектов придорожного сервиса общественные уборные (в том числе уже получившие распространение биотуалеты) не соответствуют нормативам, что приводит к содержанию территорий в местах скопления людей в антисанитарном состоянии. Кроме того, высокие социальные стандарты для обслуживания общественных уборных на объектах придорожного сервиса в этом случае будут способствовать сохранению здоровья детей и населения репродуктивного возраста, а также устранению влияния неблагоприятных факторов среды при обеспечении возможности использования водителями и пассажирами благоустроенных общественных уборных (особенно в зимний период).

Это можно проиллюстрировать посредством статистических данных, на первый взгляд не имеющих прямого отношения к данной проблеме. В настоящее время общее количество транспортных средств, зарегистрированных в Республике Беларусь, превысило 3 миллиона; по данным Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь темпы роста объема перевозок пассажиров в январе-сентябре 2007 г. составили 101,7 %

битум можно увеличить вязкость (полиэтилен, полистирол, поливинилхлорид и этиленвинилацетат).

3. **Термоэластопласты** (термопластичные эластомеры). Сочетают свойства как эластомеров, так и термопластов. Благодаря этому находятся в пластичном состоянии в битуме во время приготовления и уплотнения смеси, но при температурах эксплуатации готового покрытия проявляют свои упругие свойства, придавая вяжущему эластичность.

4. **Терморективные смолы**. Они представляют собой сшитые полимеры, которые обычно формуются и обрабатываются до того, как производится их сшивание. После того, как завершено сшивание, изменить форму предмета уже невозможно (эпоксидная смола).

Основная цель введения полимера в битум – понижение температурной чувствительности вяжущего, т.е. увеличение его жесткости летом и уменьшение зимой. Другая цель – придание вяжущему эластичности (способности к восстановлению первоначальных размеров и формы при разгрузке после большой деформации). Если эти цели достигнуты, то дорожно-строительный материал на основе ПБВ обладает повышенной устойчивостью против образования остаточных деформаций (колеи) летом, поперечных температурных трещин зимой и обладает повышенной усталостной трещиностойкостью (выносливостью) при повторном изгибе.

Опыт применения полимер-битумных вяжущих (ПБВ) для строительства асфальтобетонных покрытий в США и Канаде свидетельствует, что хотя использование ПБВ приводит к удорожанию строительства покрытия на 15–25 %, срок службы до капитального ремонта увеличивается на 35–50 %, а при последующем использовании ПБВ для ремонта и содержания суммарные прямые затраты на ремонтные мероприятия в «жизненном цикле» уменьшаются не менее чем на 25–40 %, и притом тем в большей степени, чем выше интенсивность движения и тяжелее природные условия, особенно при выборе стратегии планово-предупредительных ремонтов.

Все разрабатываемые новые технологии, в конечном счете, направлены на повышение долговечности покрытия, понятие о которой так трудно выразить количественно.

УДК 625.70
ПРОБЛЕМА ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД
И МЕТОДЫ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Е. П.ХОДАН
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

После ввода дороги в эксплуатацию нарушение первоначального состояния дорожной одежды происходит постепенно под действием повторных нагрузок и природных факторов. При этом, в терминах теории надежности, «отказ» конструкции не является четким ни во времени, ни по признакам разрушения.

Чтобы охарактеризовать состояние дорожного покрытия и его изменение в процессе службы, используют оценку эксплуатационного состояния PCI (Pavement Condition Index), выраженную в баллах.

Прогноз изменения состояния покрытия в процессе его службы – трудная задача, которая ввиду множества влияющих факторов и несовершенства наших знаний пока не поддается строгому решению. Были разработаны как сложные математические модели прогнозирования появления различных признаков разрушения (колеи, усталостных трещин и т.д.), влияющих на PCI, так и упрощенные модели.

Много новых технологий появилось в дорожном строительстве благодаря улучшению битумов добавкой небольшого количества полимера. Как известно, полимеры – это химические соединения, состоящие из больших молекул, образованных большим количеством повторяющихся малых молекул (мономеров), химически присоединенных друг к другу в виде цепей или кластеров («гроздей»). Физические свойства полимеров определяются последовательностью звеньев цепи и химической структурой мономеров, из которых она состоит. Полимеры, молекулы которых состоят из одинаковых мономерных звеньев, называются гомополимерами (например, поливинилхлорид). Полимеры, макромолекулы которых содержат несколько типов мономерных звеньев, называются сополимерами. В блок-сополимере сочетаются свойства как одного, так и другого компонента, что делает блок-сополимеры ценными материалами.

Полимеры, используемые в сочетании с битумом, делят на 4 группы в зависимости от их механических свойств и поведения при нагревании.

1. **Эластомеры.** Являются упругими. При нагревании до температуры плавления деградируют (полибутадиен, полиуретан, полиизопрен).

2. **Термопласты.** В нагретом состоянии становятся пластичными (пластмассы). Их можно разогреть до перехода в жидкое состояние, а после остывания – снова нагревать и формовать. Добавлением термопласта в

к аналогичному периоду 2006 г, объем перевозок пассажиров по автомобильному транспорту общего пользования превышен на 3,1 % .

Если учесть, что население республики Беларусь составляет около 10 млн. человек, то приведенные данные статистики свидетельствуют о том, что практически все население репродуктивного возраста нашей республики, так или иначе, участвует в транспортном движении (по данным статистики на начало 2005 г. население трудоспособного и младше трудоспособного возраста составляло 78,8 %).

Решение задачи снижения смертности населения от всех причин в результате внедрения медико-организационных, технологических и инновационных мероприятий также непосредственно касается качества автомобильных дорог. С одной стороны большое количество ДТП на дорогах Республики Беларусь (коэффициент смертности от несчастных случаев, связанных с транспортными средствами в 2005 г. составил 21,1, а число умерших на 100 000 человек населения); с другой стороны отсутствие возможности оперативно оказать высококвалифицированную медицинскую помощь, ведь попавшие в ДТП не всегда погибают на месте, большинству пострадавших просто не успевают оказать помощь.

В данном случае, очевидно, есть необходимость воспользоваться опытом европейских стран, имеющих на магистральных автомобильных дорогах специальные подразделения дорожной полиции, которые не только следят за соблюдением правил дорожного движения, но и могут оказать срочную медицинскую помощь или организовать ее быстрое прибытие на место ДТП.

Для оптимизации внутренних и внешних миграционных потоков с учетом национальных демографических интересов также непреходящее значение будет иметь качество дорожной инфраструктуры, дающей возможность свободной реализации своих социальных и творческих потребностей при проживании в любой точке нашей республики.

Таким образом, система социальной стандартизации объектов придорожного сервиса должна быть разработана для обеспечения соответствия уровня развития дорожной инфраструктуры и объектов придорожного сервиса потребностям человека по Маслоу и созданию условий для успешной реализации национальных программ демографической безопасности Республики Беларусь, развития туризма и Государственной программы о безбарьерной среде жизнедеятельности физически ослабленных лиц.

При разработке системы социальной стандартизации объектов придорожного сервиса целесообразно обратиться к Закону Республики Беларусь «О государственных минимальных социальных стандартах», принятого в 1999 г., который применяется, в частности, для удовлетворения основных потребностей граждан в материальных благах и услугах, какими, безусловно, являются комфортные и безопасные условия движения на автомобильных дорогах.

Данный Закон прямо включает в систему государственных минимальных социальных стандартов в Республике Беларусь государственные минимальные стандарты в области жилищно-коммунального обслуживания. Учитывая огромную социальную значимость сети автомобильных дорог, департаменту «Белавтодор» необходимо выйти с законодательной инициативой распространения действия данного Закона на объекты придорожного сервиса. В соответствии с данным Законом формирование и применение государственных минимальных социальных стандартов должно быть основано, в том числе, на принципе всесторонней обоснованности установления и применения государственных минимальных стандартов, исходя из экономических возможностей государства. Поэтому целесообразно разработать дифференцированную систему социальной стандартизации объектов придорожного сервиса, дифференцированной в соответствии с административной принадлежностью (республиканские или местные) и значением автомобильных дорог (магистральные). Предлагаемая система социальной стандартизации объектов придорожного сервиса рассчитана на обеспечение комфортных условий поездки по автомобильным дорогам Республики Беларусь.

Особое внимание следует обратить на привлечение транзитных транспортных потоков на территорию Республики Беларусь, ведь по данным Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь доходы от транзитных перевозок в 2006 году составили 1,5 млрд. долл. США, из которых на автомобильный транспорт приходится 47 % или 740 млн. долл. США, при этом поступления в бюджет от транзитных автомобильных перевозок составили 137 млн. долл. США (рост данных показателей за 2007 год составил примерно 25 %).

Вместе с тем, существует еще ряд проблем, которые следует решать для повышения объемов транзитных транспортных потоков. Так, по результатам проведенного БАМАП совместно с ассоциацией перевозчиков России и Казахстана анкетирования водителей и руководителей авто-транспортных предприятий трех государств по имеющимся в Беларуси барьерам, 69 % руководителей указали на нерешенные таможенные проблемы (конвой, товарные коды, непрозрачность процедур). 46 % руководителей и 67 % водителей отметили как проблему наличие очередей на границе и медленное оформление документов, 41 % руководителей указали на проблемы с прохождением весогабаритного контроля. Кроме того, 46 % опрошенных указали в качестве одного из основных барьеров – вводимые в Беларуси сезонные (температурные) ограничения, которые не применяются в других странах в отношении международных перевозчиков. А 29 % опрошенных указали на отсутствие необходимого количества охраняемых стоянок в Беларуси.

Очевидно, в первую очередь необходимо сформулировать целевые показатели для привлечения международного транзита.

– возможность и периодичность замены или восстановления покрытия в зависимости от условий эксплуатации.

Огнезащитные краски, лаки, эмали «затормаживают» воспламенение материалов, уменьшают распространение пламени по поверхности материалов, а также выполняют следующие функции: являются защитным слоем на поверхности материалов, поглощают тепло в результате разложения, выделяют ингибиторные газы, высвобождают воду, ускоряют образование коксового слоя на поверхности материала. Они подразделяются на две группы: не вспучивающиеся и вспучивающиеся. Не вспучивающиеся краски при нагревании не увеличивают толщину своего слоя. Вспучивающиеся краски при нагревании увеличивают толщину слоя в 10–40 раз. Как правило, вспучивающиеся краски более эффективны, так как при тепловых воздействиях происходит образование вспененного слоя, представляющего собой закоксованный расплав негорючих веществ (минеральный остаток). Образование этого слоя происходит за счет выделяющихся при нагревании газо- и парообразных веществ. Коксовый слой обладает высокими теплоизоляционными свойствами.

Создание трудногорючих материалов достигается путем поверхностной и глубокой пропитки материалов специальными составами, введения антипиренов в состав исходных композиций, использования различных минеральных наполнителей, а также путем использования разнообразных технологических приемов.

При применении пропиточных составов, содержащих антипирены, вспучивающихся красок, лаков и эмалей может ставиться задача некоторого снижения распространения пламени по поверхности деревянных конструкций, либо перевода древесины в группу трудногорючих материалов, что дает возможность резко ограничить распространение огня по ним до нормируемых пределов.

УДК 614.841
ОБРАБОТКА ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОГНЕЗАЩИТНЫМИ
СОСТАВАМИ И ПОКРЫТИЯМИ

М.М.ФОМЧЕНКО, В.А.ИВАНОВ

Научно-практический центр Могилевского областного управления МЧС РБ
Могилев, Беларусь

Огнезащита предназначена для повышения фактического предела огнестойкости конструкций до требуемых значений и для ограничения предела распространения огня по ним, при этом обращается внимание на снижение так называемых побочных эффектов (дымообразования, выделения газообразных токсичных веществ).

Средство огнезащиты - огнезащитный состав или материал, обладающий огнезащитной эффективностью и специально предназначенный для огнезащиты различных объектов. Огнезащитный состав - вещество или смесь веществ, обладающее огнезащитной эффективностью и специально предназначенное для огнезащиты различных объектов.

Огнезащита предусматривает применение конструктивных методов, использование теплозащитных экранов из облегченных составов, наносимых на поверхность конструкций высокопроизводительными промышленными методами, разработку материалов, обладающих свойствами пониженной пожарной опасности (трудновоспламеняемые, трудногорючие).

Согласно норм пожарной безопасности огнезащитные составы и покрытия должны иметь техническую документацию на их производство и применение, а также сертификат пожарной безопасности. Огнезащита, обеспечиваемая покрытиями и составами, должна быть отображена в прилагаемой технической документации:

- группа огнезащитной эффективности;
- расход для соответствующей группы огнезащитной эффективности; внешний вид;
- сведения по технологии нанесения (способы подготовки поверхности, виды и марки фунтов, адгезия, количество слоев, условия сушки);
- гарантийный срок и условия хранения состава;
- мероприятия по технике безопасности и пожарной безопасности при хранении и применении;
- толщина для определенной группы огнезащитной эффективности;
- условия эксплуатации (предельные значения влажности, температуры окружающей среды и т.п.);
- внешний вид;
- объемная масса;
- гарантийный срок эксплуатации;

Для увеличения объема международного транзита через территорию Республики Беларусь транспортные коридоры на всем своем протяжении должны: обеспечивать пропуск транспортных средств с нагрузкой 11,5 тонн на одиночную ось; иметь охраняемые стоянки для международных перевозчиков. В течение 2006 – 2007 г.г. выполнялась реконструкция и капитальный ремонт 339 км дорог по направлениям коридоров (по программе - 358 км), что позволило увеличить протяженность участков международных транспортных коридоров, рассчитанных на нагрузку 11,5 тонн на одиночную ось до 808 км.

Недостаточность количества стоянок для транзитного транспорта, отмеченная 29 % респондентов, также не подлежит сомнению. Если расположение охраняемых стоянок априори следует привязывать к маршрутам международных перевозчиков, то как научно обосновать расстояния между охраняемыми стоянками? Для обоснования мест расположения охраняемых стоянок исходить из двух положений: расстояние между стоянками следует определять на основании требований к режиму труда и отдыха водителей, осуществляющих международные автомобильные грузовые перевозки; стоянки следует располагать вблизи крупных населенных пунктов, на открытой территории, основываясь на соображениях обеспечения безопасности перевозчиков.

А.И.ЯКИМОВ

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

Приоритетными направлениями фундаментальных и прикладных исследований на 2006-2010 г.г. в Республике Беларусь является разработка аппаратных и программных комплексов и систем для информационного обеспечения управления. Поэтому весьма актуальным является создание методологии системного анализа процессов на предприятии.

В современных условиях состояние предприятий характеризуется большим объемом, интенсивностью и разнонаправленностью информационных связей, слабой формализацией технологий процессов управления, отсутствием методов и средств оптимизации систем управления бизнес-процессами и производственными процессами.

Особенности структуры управления предприятием: сложность и многообразие вопросов, анализируемых при принятии решения; декомпозиция функциональных задач приводит к созданию структуры управления с разными уровнями, подсистемы уровней имеют разные цели функционирования, во многом взаимно противоположные.

Существующие концепции управления промышленным предприятием MRP, MRP II, ERP (планирование ресурсов предприятия) и др. направлены на повышение эффективности управления предприятием. Для их информационной поддержки используют программные средства – комплексные информационные системы (КИС). В них важное место отводится моделированию. Однако существующие аналитические модели разработаны для отдельных подсистем, а использование имитационного моделирования в системах управления предприятием затруднено построением модели сложной системы и отсутствием средств автоматизации построения таких моделей. Поэтому нужна имитация деятельности предприятия, но для применения методов имитационного моделирования требуются новые технологии.

Анализ известных систем имитационного моделирования и их характеристик показывает непригодность их для применения в информационной системе промышленных предприятий из-за отсутствия полностью или в частичной мере средств распределенных вычислений, встроенных средств оптимизации, возможностей коллективного управления проектом имитационной модели сложной многоуровневой системы, отсутствием

Л.С.ТУРИЩЕВ

Учреждение образования
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Новополоцк, Беларусь

В настоящее время в Республике Беларусь проводится большой объем работ по обследованию и реконструкции различных производственных зданий сельскохозяйственного назначения. Это связано с двумя причинами. Во-первых, ряд таких сооружений длительное время не эксплуатировался, вследствие чего техническое состояние их несущих конструкций ухудшилось. Во-вторых, увеличилась нормативная снеговая нагрузка на 1 м² площади горизонтальной проекции покрытия зданий.

Рассматривается влияние на несущую способность поперечной рамы каркаса здания двух схем усиления - «омоноличивание» конькового шарнира рамы и установка металлической затяжки в уровне узлов сопряжения стоек и ригелей трехшарнирной рамы.

Для анализа влияния рассматриваемых схем усиления на величины напряженно-деформированного состояния в элементах рамы используется метод сил.

Численное определение и сравнение величин, описывающих напряженно-деформированное состояние исходной и усиленной поперечной рамы, осуществлялось в среде MathCAD для различных значений параметров геометрической схемы. Проводилось сравнение величин распоров, изгибающих моментов и продольных сил.

Выяснено, что для обеих схем усиления по сравнению с исходной рамой происходит:

- увеличение распора и относительная величина этих изменений не зависит от пролета рамы и от уклона ее ригеля.
- уменьшение изгибающих моментов и относительная величина этих изменений не зависит от пролета рамы и от уклона ее ригеля.
- увеличение продольных сил и относительная величина этих изменений зависит как от пролета рамы, так и от уклона ее ригеля.

Для оценки влияния анализируемых схем усиления на несущую способность рамы согласно первому предельному состоянию была рассмотрена железобетонная поперечная рама реального сельскохозяйственного здания. Показано, что усиление поперечной рамы каркаса согласно первой схеме усиления позволяет повысить ее несущую способность более чем в 2.5 раза. Использование второго варианта усиления поперечной рамы каркаса позволяет повысить ее несущую способность почти в 4 раза.

УДК 625.72:528.48
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫМ ТАХЕОМЕТРОМ РАДИУСА
ЗАКРУГЛЕНИЯ ДОРОГИ ПО ХОРДЕ И УГЛУ

Н.В.ТУЛУЕВСКИЙ, Ю.А.КАТЬКАЛО, Е.Н.ПОДСТРЕЛОВА
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Основой современных геодезических измерений становятся электронные приборы и новые технологии, основанные на их применении. С помощью электронного тахеометра в дорожном строительстве можно выполнять разбивочные работы: разбивку прямых участков трассы и закруглений, и определять действительные геометрические параметры – радиусы кривых в плане, углы поворота трассы и др., включая оценку плавности закруглений.

В работе рассматривается определение действительного радиуса закругления автомобильной дороги по хорде и углу. Используется электронный тахеометр среднего класса точности Trimble M3. Станция электронного тахеометра S должна находиться на линии, являющейся продолжением радиуса круговой кривой.

Вначале электронным тахеометром определяется положение станции S. Точка S выносится в натуру от опорной линии АВ на основании расстояния X от базовой точки А и значения смещения Y от линии АВ. Для этого на кромке проезжей части закрепляют две точки А и В. Устанавливают в точку А электронный тахеометр, а в точку В отражатель. Измеряют расстояние АВ. Вычисляют расстояние X, равное $0,5B$ и задают величину Y (например 50 м). Разбивают точку S.

Затем приступают к определению радиуса круговой кривой. Устанавливают в точку S электронный тахеометр и измеряют расстояние d_1 , по линии смещения до точки 1 на круговой кривой, расстояние d_2 , до некоторой другой точки 2 на круговой кривой, и угол β между направлениями d_1 и d_2 . Этих данных достаточно, чтобы вычислить радиус круговой кривой R. Определяющими элементами являются хорда d, соединяющая точки 1 и 2 на круговой кривой, и угол β_1 между этой хордой и направлением радиуса к точке 1.

средств интеграции с комплексной информационной ERP-системой управления ресурсами предприятия.

Современные системы имитационного моделирования применяют методы оптимизации в имитационных экспериментах. При этом наиболее широко используются эвристические процедуры, основанные на алгоритмах случайного поиска. Такие средства оптимизации, благодаря их универсальности и простоте использования, должны быть и в системах имитации для поиска решений на промышленном предприятии.

Целью проведенных исследований является решение научно-технической проблемы создания эффективных методов, средств и технологий системного анализа функциональной деятельности в многоуровневой иерархической структуре системы на примере промышленного предприятия с ERP-системой управления.

Для достижения поставленной цели должны быть решены следующие задачи: разработать метод построения имитационных моделей; разработать базовую имитационную модель и технологию ее использования; разработать метод оптимизации функциональной деятельности в многоуровневой иерархической системе; разработать программные средства метода оптимизации; разработать программно-технологический комплекс имитации сложных систем (ПТКИ); разработать технологию использования ПТКИ; провести апробацию разработанных методов, средств и технологий на промышленных предприятиях.

Идея метода построения имитационной модели предприятия предполагает построение базовой имитационной модели с учетом его многоуровневой иерархической структуры. Основными этапами являются: построение вербальной модели на основе SADT; развитие функциональных моделей уровней; формализация модели системы на основе процессного способа имитации; программирование имитационной модели с применением методологии объектно-ориентированного программирования; верификация программы имитационной модели, мониторинг прототипов объекта имитации для получения исходной информации с применением XML-технологии ввода данных в модель; испытание имитационной модели системы с использованием стандартных пакетов статистической обработки данных имитационного эксперимента.

Концептуальная модель промышленного предприятия рассматривается в виде «черного ящика» с вектором управляемых параметров моделирования, вектором задаваемых параметров моделирования, вектором неуправляемых параметров, вектором выходных параметров, а также множеством состояний и множеством статистик моделирования. Предложено использовать многоуровневую структуру промышленного предприятия. На каждом из уровней иерархии объект имитации описывается функциональными действиями и структурой элементов системы, включая координатора взаимодействий. Координирующий элемент определяется описателями

внутренней и окружающей среды, для которых определены функциональные действия и структура внутриуровневых и межуровневых взаимодействий в окружающей среде. Такое представление позволяет формализовать стратегии координации на каждом из уровней, построить имитационную модель и исследовать стратегии для определения их эффективности.

Для содержательного описания системы предложено использовать в рамках диаграмм функционального моделирования SADT (Structured Analysis and Design Technique) язык графического моделирования IDEF0, предназначенный для документирования процессов производства и отображения информации об использовании ресурсов на каждом из этапов проектирования систем. IDEF0 на этапе построения вербальной модели позволяет составить описание системы, помогая определить предметную область одновременно эксперту и разработчикам модели; моделировать изменения в системе, формализовать информационные потоки и используемые ресурсы, представить логику сложных переходов в системе. На последующих этапах IDEF0-диаграммы могут использоваться для уточнения целей эксперимента и откликов модели, определяемых целями эксперимента.

При разработке базовой имитационной модели функционирования предприятия использован системный подход к анализу сложной многоуровневой системы. Рассмотрены процессы планирования производства, снабжения ресурсами, управления финансами предприятия, организации производства и сбыта продукции, дано описание его окружающей среды.

Средством реализации метода построения имитационной модели является программно-технологический комплекс имитации (ПТКИ) сложных систем BelSim. Структура ПТКИ BelSim включает BelSim IDE - интегрированную среду разработки приложений на языке C++, BelSim Simulator Core – систему имитационного моделирования на основе процессного способа имитации, BelSim Optimizer (Оптимизатор) – подсистему для решения оптимизационных задач, BelSim Experimenter (Экспериментатор) – программное обеспечение для проведения имитационных экспериментов, приложение STATISTICA фирмы StatSoft Inc – для обработки результатов имитационных экспериментов, BelSim Data Integrator – для интеграции с КИС и ввода исходных данных. Разработана структура XML-файла, позволяющая организовать обработку статистики имитации, универсальная схема постановки имитационных экспериментов, определяющая последовательность взаимодействия модулей ПТКИ.

Предложены программные средства интеграции системы моделирования с корпоративной информационной системой (КИС) предприятия. Для интеграции ПТКИ BelSim с КИС выполняется следующая последовательность действий исследователя: настройка параметров; подключение к базе данных КИС и извлечение требуемых данных в соответствии с параметрами подключения и выборки; заполнение структуры XML-файла данными

8-10 дБа (т.е. примерно в 2 раза) выше, чем легковых. Ниже у нас и нормативные требования к выпускаемым автомобилям. Но главная причина заключается в отсутствии контроля за уровнем шума на дорогах. Неудивительно, что неправильное обустройство грузовых машин, прицепов к ним, небрежная укладка и плохое крепление грузов стало массовым явлением на дорогах. Считается, что в городских условиях 60-80 % шума создает движение транспортных средств.

Основными мероприятиями по снижению транспортного шума, которые следует сравнивать по затратам, являются:

- исключение пересечений транспортных потоков, обеспечение равномерного свободного движения;
- снижение интенсивности движения, запрет грузового движения в ночное время;
- удаление транзитных магистралей и дорог с грузовым движением из жилых зон;
- устройство шумозащитных сооружений и (или) зеленых насаждений;
- создание придорожной территории защитных полос вдоль дорог, застройка которых допустима только для сооружений без санитарных ограничений шума.

Транспортные факторы: интенсивность, состав, скорость движения, эксплуатационное состояние автомобилей, вид перевозимых грузов оказывает наибольшее влияние на уровень шума. Немалое значение имеют и дорожные факторы. Для грузовых машин наибольший шум создает двигатель, особенно когда ему приходится работать на пониженных передачах. Но для легковых автомобилей важнее шум качения.

Разработка информационной базы данных учета уровня транспортного шума, позволит снизить воздействие шума на окружающую среду.

О.М.СТАРОЛАВНИКОВА, Н.А.НИКОЛАЕВА

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

Построенная и сданная в эксплуатацию дорога находится под воздействием природно-климатических факторов, внешних транспортных нагрузок и внутренних физико-химических свойств материалов. Наряду с загрязнением воздуха шум стал не менее распространенным следствием технического прогресса и развития транспорта.

Сочетание чистых тонов создает музыку, а беспорядочная смесь звуков разной частоты – шум. Уровень шума измеряется в децибелах (дБа). Уровень шума это уровень звукового давления, определяемый как удвоенный десятичный логарифм отношения звукового давления измеряемого звука к его нулевому уровню (к порогу слышимости). По уровню шума оценивается воздействие звука на организм человека. Транспортный шум – непостоянный во времени шум в зоне влияния автомобильных дорог, формируемый движением транспортного потока. В отличие от сферического характера распространения звуковых волн, на транспортный шум не распространяется закон акустики об уменьшении силы звука обратно пропорционального квадрату расстояния. Это означает, что увеличение уровня шума на 10 дБа соответствует ощущению роста в два раза.

Воздействие транспортного шума на окружающую среду, в первую очередь, на среду обитания человека, стало проблемой. Систематическое воздействие шума вызывает состояние раздражения, усталости, повышает вероятность стресса, нарушение сна. Шум до 40 дБа не действует отрицательно на человека, однако 20 % людей уже просыпаются при таком шуме. Доля населения испытывающего постоянно шум более 65 дБа составляет: в США – 7 %, Японии – 31 %, Дании – 20 %, Франции – 13 %. По данным немецких специалистов на 542 из 1000 обследованных дорог уровень шума в дневное время превышает 70 дБа, что по санитарным нормам допустимо только для рабочих мест, с вредными условиями труда. Опрос населения Германии показал, что 45 % населения готовы отказаться от новых дорог ради отсутствия шума; 35 % готовы пойти на финансовые жертвы для устройства шумозащитных сооружений, но не отказываться от прокладки дороги.

Общий уровень шума на наших дорогах выше, чем в западных странах. Это объясняется большим относительным числом грузовых автомобилей в составе транспортного потока, для которых уровень шума на

из массивов строк; пересылка созданного файла в ПТКИ BelSim. Для подключения к базам данных КИС используется технология ADO. Доступ к классам ADO осуществляется через COM-интерфейс.

С целью сокращения времени проведения имитационных экспериментов предложена технология модернизации ПТКИ BelSim для организации распределенных вычислений, представленная в программе Experimenter. Для этого используется библиотека MPI функций обмена данными между процессами, реализованными для языка C++, которые реализуются системой MPICH, обеспечивающей выполнение всех функций MPI в исполнительной среде. Для синхронизации процессов при распределенных вычислениях используется функция MPI_Barrier, которая блокирует работу вызвавшего ее процесса до тех пор, пока все другие процессы группы также не вызовут эту функцию.

Проведена апробация метода построения имитационной модели, ПТКИ BelSim и технологии имитационного моделирования. Определен состав задач, решенных при апробации комплекса. Основной задачей является исследование свойств базовой имитационной модели функционирования промышленного предприятия. Исследована погрешность имитации, предложена технология верификации имитационной модели по анализу промежуточных данных и на основе оценки теоретической и экспериментальной трудоемкости алгоритмов компонентов модели. Представлены результаты исследования чувствительности откликов к изменению параметров имитационной модели.

Для исследования свойств имитационной модели используют значения откликов в стационарном режиме. Поведение откликов имитационной модели функционирования промышленного предприятия характеризуется наличием тренда в стационарном режиме. Поэтому предложена технология для оценки длительности переходного процесса, в соответствии с которой используют значения откликов модели относительно тренда. Проведено исследование длительности переходного процесса с трендом отклика в стационарном режиме, в основе которой лежит графическая модель оценки. Для проверки адекватности базовой имитационной модели используется тест Тьюринга.

Для эффективного использования имитационной модели в контуре управления предприятием предложен метод поиска рациональных решений в ERP-системе управления ресурсами промышленного предприятия. Метод поиска рациональных решений реализуется последовательностью следующих этапов эксплуатации базовой имитационной модели: формулировка целей управления ресурсами предприятия; определение объекта управления; структурный синтез имитационной модели; параметрический синтез имитационной модели; выбор алгоритма принятия решений; коррекция всей системы управления ресурсами на всех уровнях распределения ресурсов предприятия.

Предложена технология решения задач рационального выбора параметров систем с помощью алгоритма случайного поиска. При проектировании модели алгоритма случайного поиска оптимальных решений выделен этап структурного синтеза модели, целью которого является определение структуры модели, и этап параметрического синтеза модели, целью которого является определение вектора параметров модели. Исследована проблема выбора набора функций для исследования модели генетического алгоритма. Предложено использовать специально разработанные функции, имитирующие наиболее сложные ситуации для генетического алгоритма при поиске оптимума, для которых в качестве параметров выступает бинарная строка. Расширение модели реализовано в среде ПТКИ BelSim.

Сформулирована целевая функция оценки эффективности взаимодействия компонентов предприятия и определены основные показатели деятельности промышленного предприятия, которые позволяют дать общую оценку финансово-экономического состояния предприятия. При апробации технологии поиска рациональных решений интегральная целевая функция представлена линейной моделью с весовыми коэффициентами.

Предложена технология количественной оценки координирующих действий в иерархической системе на основе постулата совместимости М. Месаровича. При этом на каждом уровне решение полагают оптимальным, если оно удовлетворяет не только целевой функции исследуемой системы, но и согласуется с глобальной целевой функцией системы.

Для реализации метода поиска рациональных решений предложена структура программного средства «Оптимизатор» и разработана схема потоков данных. Алгоритм оптимизации целевой функции взаимодействует с одной стороны с исследователем, указывающим список параметров и вид целевой функции, а с другой стороны - с базовой имитационной моделью предприятия. На входе подсистемы исследователь задает список параметров, которые подлежат оптимизации; список постоянных параметров, и необходимую точность нахождения оптимума. На выходе подсистема возвращает исследователю оптимальные значения параметров решения задачи оптимизации. Приведен анализ жизненного цикла класса CGAManager, реализующего алгоритм оптимизации.

На примере исследования рентабельности контрактов показана технология имитационного моделирования и построения аналитических моделей контрактов, используемых при оперативной оценке их эффективности.

Для оперативной оценки рентабельности контрактов предложены аналитические модели в составе КИС предприятия для различных видов контрактов с предварительной оплатой, с отсрочкой платежа.

Предложена обобщенная структура информационных потоков при определении эффективности контракта на промышленном предприятии на основе аналитических моделей. Разработан программный комплекс для

УДК 625.27

ОПТИМИЗАЦИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНОГО РАСХОДА

А.М.СЕРГЕЕВА, Л.И.САЗОНОВА, Н.А.БОГДАНОВ

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

Одним из видов транспортных сооружений устраиваемых на автомобильных дорогах для обеспечения беспрепятственного движения являются водопропускные трубы.

Трубы используются для пропуска под дорогой небольших водотоков. Они устраиваются в теле земляного полотна дороги из сборных объемных или плоских элементов. По форме поперечного сечения наибольшее распространение получили круглые и прямоугольные трубы.

По размеру отверстий трубы условно подразделяют на малые (с отверстиями от 0,5 до 1,5 м), средние (с отверстиями от 2,0 до 3,0 м), большие (с отверстиями от 4,0 до 5,0 м).

Величина отверстия трубы зависит от расчетного расхода воды в качестве которого принимают наибольший возможный расход повторяющийся 1 раз в 100 лет, 50 лет или 33 года в зависимости от капитальности сооружения и категорий дороги. Наибольший расход формируется за счет талых и ливневых вод. Поэтому вычисляют максимальные расходы стока талых вод и ливневых, а за расчетный принимают большее из полученных значений.

Максимальный расход талых вод для условий Беларуси определяют по методике изложенной в ВСН24-28 «Определение максимальных расходов талых и ливневых вод на малых водотоках БССР».

На основании этой методики сначала задаются модулем стока q и в зависимости от площади водосбора F вычисляют предварительный расход Q . После определяют продолжительность стекания по логу (в зависимости от залесенности и заболоченности водосбора, продольного уклона лога), продолжительность подъема половодья и максимальный расход талых вод Q_T . Если полученное значение Q_T отклоняется от предварительного расхода Q более чем на 5 %, то расчет повторяют.

С целью сокращения времени на определение максимального расхода талых вод нами разработана программа на языке программирования VBA. Данная программа используется в учебном процессе при выполнении курсовых и дипломных проектов студентами специальности 1-70 03 01.

В настоящее время ведется работа по внедрению этой программы в КУП «МОГИЛЕВОБЛДОРСТРОЙ».

Между тем имеется известный метод активации минерального порошка, который позволяет решить обе задачи и достигнуть при этом качественно нового состояния асфальтобетона. Нами были проведены опыты, в которых минеральный порошок обрабатывали активирующим составом из битума и поверхностно-активного вещества. Полученный состав домалывали в шаровой мельнице. Время домалывания подбирали опытным путём (табл. 2).

Табл. 2. Результаты исследований

Размер	Остатки на ситах, %			
	До помола	Через 20 мин.	Через 40 мин.	ГОСТ 52129-2003
1,25	7,9	0,7	0	0
0,315	21,8	6,6	1,2	5- 10
0,071	33,5	23,1	12,8	20-30

Из приведённых данных видно, что после 20 мин. помола достигается требуемый зерновой состав. Активированный минеральный порошок был испытан на гидрофобность и выдержал испытания.

Для сопоставительных испытаний были изготовлены образцы асфальтобетона одинакового состава и из одинаковых исходных материалов, но с использованием разных минеральных порошков: активированного и неактивированного.

Табл. 3. Результаты исследований

Показатели	Опытные значения показателей и данные ГОСТ 9128-97 на минеральном порошке		
	активированном	неактивированном	ГОСТ 9128-97
Предел прочности при сжатии при 20 °С, МПа при 50 °С при 0 °С	3,64 1,49 6,47	3,27 1,29 8,29	не менее 2,0 не менее 1,1 не более 12,0
Водостойкость	0,99	0,92	не менее 0,75
Набухание, % по объёму	0,39	0,98	Не нормир.
Водонасыщение, % по	3,51	6,34	1,5-4,0

Из приведённых данных видно, что асфальтобетон с использованием активированного минерального порошка по всем показателям превосходит аналогичный состав, но без активации минерального порошка. Кроме того, в ходе работ было установлено, что при использовании активированного минерального порошка, на 20–25 % сокращается время перемешивания при приготовлении асфальтобетонной смеси, что снижает энергозатраты и повышает производительность труда.

оценки эффективности контрактов Contract Analyzer, использующий интервальные оценки эффективности контрактов.

ПТКИ BelSim позволяет моделировать задачи не только для проблем промышленного предприятия, но и для смежных предметных областей. Типовой для оптимизационных задач является задача об оптимизации грузоперевозок на автотранспортном предприятии. Для решения этой задачи в среде ПТКИ BelSim использовалась реализация генетического алгоритма, что позволило значительно сократить пространство решений за счет исключения недопустимых вариантов грузоперевозок. Задача о грузоперевозках использовалась также для оценки эффективности распределенных вычислений в вычислительной сети.

В ходе апробации метода поиска рациональных решений была решена задача оптимизации производственного объединения ОАО «Могилевхимволокно», состоящего из нескольких заводов. Имитационная модель производственного процесса этого объединения была реализована на основе процессного способа имитации.

Проведено исследование имитационной модели непрерывного производственного процесса. По результатам имитационных экспериментов были построены зависимости себестоимости продукции одновременно от выработки двух типов ресурсов и зависимости количества выпущенной продукции одновременно от выработки тех же двух типов ресурсов.

Для моделирования контрактов в базовую модель предприятия добавлены процессы, алгоритмы которых моделируют выполнение соответствующих типов контрактов. Для оценки эффективности контракта ИМ исследуется на двух уровнях (0 – прогон модели без контракта, 1 – прогон модели с контрактом). Для ввода исходных данных модели и построения плана эксперимента используется специальная программа – ExperimentDesigner.

Приведены результаты апробации метода поиска рациональных решений в ERP-системе управления промышленным предприятием. На апробацию выбраны следующие задачи эксплуатации имитационной модели ERP-системы распределения ресурсов предприятия: исследование технологических характеристик имитационной модели варианта организации ресурсов предприятия; оптимизация распределения производственной нагрузки; выявление свойств имитационных моделей контрактов продажи, купли, дилерского обслуживания для обоснования применения аналитических моделей оценки эффективности этих контрактов; выбор типа координации планирования производственной программы; создание библиотеки имитационных моделей для исследования информационной системы промышленного предприятия.

Полученные результаты исследований внедрены на ОАО «Могилевский текстиль», ОАО «Могилевхимволокно», РУП «Могилевторгтехника», ЗАО «Могилевский комбинат силикатных изделий» и др.

Н.В.СКОК

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

Понятие политической культуры возникло в рамках западной научной традиции. Впервые словосочетание «политическая культура» встречается в труде И.Г. Гердера «Идеи к философии истории человечества» (1794 г.) наряду с такими категориями как «зрелость политической культуры», «носители политической культуры». Но после первого появления эти понятия длительное время не употреблялись.

Важно иметь в виду, что тот или иной теоретический концепт может существовать явно, под своим именем, а может использоваться и входить в исследовательский анализ латентно, неявно, скрыто, «подразумеваемо». Для общественности это достаточно распространенное явление. В этом отношении употребление И.Г. Гердером словосочетания «политическая культура» не было введением в научный оборот понятия.

В середине XX века – в 1956 году – в США была опубликована статья Габриэля Алмонда «Сравнительные политические системы», в которой автор основываясь на идеях К. Клакхона, Р. Литтона, Т. Парсонса и других известных социологов, пришел к выводу, что любая политическая система зиждется на «особой форме ориентации на политические действия». Эту «ориентацию или «ориентацию на политику» Алмонд назвал «политической культурой» [1]. Дальнейшую разработку концепция политической культуры получила в книге Г. Алмонда и С. Вербы «Культура гражданственности» или «Гражданская культура» (1963 г.), а также в работе Л. Пая «Политическая культура и политическое развитие» (1965 г.), в которой представлен сравнительный анализ политической культуры 13 стран.

Смысл введения понятия «политическая культура» состоит в том, что оно охватывает те проявления сознания, поведения и функционирования, которые фиксируют устойчивые, повторяющиеся связи между элементами политического процесса и тем самым закрепляют наиболее стабильные стороны политической практики. Политическая культура образует тем самым своеобразную матрицу политического процесса, «отливающую» сознание и поведение субъектов политического процесса в устойчивые, воспроизводимые на протяжении определенного исторического периода формы [2].

Согласно утверждению основоположников теории, концепция политической культуры была разработана для того, чтобы преодолеть чрезмер-

Э.Ф.СЕМЁХИН

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Владимир, Россия

Проблема повышения качества и долговечности асфальтобетонных покрытий является сегодня особенно актуальной. Поэтому объяснимо внимание, которое уделяется этому элементу дороги со стороны производителей и приемщиков работ, исследовательских организаций. Проводятся работы по модификации свойств битума, использованию синтетических сеток и другие исследования.

Однако, до использования этих достаточно дорогостоящих и сложных в практическом использовании способов необходимо удостовериться все ли имеющиеся резервы использованы, удовлетворяют ли компоненты для приготовления асфальтобетона требованиям ГОСТ 52129-2003.

С этой целью нами была проведена работа по исследованию основных свойств минерального порошка и влиянию их на свойства асфальтобетона.

Исследования показали, что два основных параметра минерального порошка, которые определяют практически все показатели асфальтобетона, а так же его долговечность, не удовлетворяют требованиям норм. Это зерновой состав и гидрофобность. В табл. 1 приведены данные по зерновому составу в сопоставлении с требованиями ГОСТ 52129-2003.

Табл. 1. Данные по зерновому составу

Размер сита, мм	Частные остатки на ситах, %	Полные остатки на ситах, %	Полные остатки на ситах по ГОСТ 52129-2003, %
1,25	7,9	7,9	0
0,63	6,4	14,3	не нормируется
0,315	7,5	21,8	5- 10
0,14	9,5	31,3	не нормируется
0,071	2,2	33,5	не нормируется
< 0,071	66,5	100	20-30

Кроме зернового состава, требованиям норм не удовлетворяет показатель гидрофобности. Если зерновой состав минерального порошка можно улучшить, наладив и ужесточив входной контроль качества, то сделать минеральный порошок гидрофобным можно лишь физико-химическими или химическими методами.

воспринимаемом бетоном сжатой зоны в пролете и усилием воспринимаемом растянутой арматурой на опоре.

Табл. 1. Характеристика поверхности контакта К1

Состояние поверхности контакта сборного элемента	Значение К1 в зависимости от класса монолитного бетона			
	C10/12,5	C12/15	C16/20	C25/30
Гладкая, сухая; контакт между бетонами по нескольким плоскостям	0,9	1,2	1,1	1,0
Тоже, контакт плоский	0,6	0,6	0,55	0,5
Шероховатая, сухая; контакт между бетонами по нескольким плоскостям	1,2	1,6	1,5	1,3
Тоже, контакт плоский	0,8	0,8	0,7	0,6
<p>Примечания</p> <p>1. Под гладкой подразумевается поверхность как отпечаток деревянной опалубки или заглаживание вручную по свежему бетону, под шероховатой – имеются искусственные или естественные выступы до 10мм.</p> <p>2. Выступы высотой более 10мм рассматриваются как шпонки.</p> <p>3. Промежуточные значения К1 находят по интерполяции</p>				

Длина участка сдвига l_{ed} в многопролетной неразрезной балке зависит от проекции на ось конструкции, расстояния от вершины опоры наклонной трещины до основания пролетной наклонной трещины в пролете и длины проекции наклонной трещины на опоре. При этом длина проекции наклонной трещины определяется при пролете среза равном $0,5L$ и $0,25L$. В общем случае должно выполняться условие: длина проекции наклонной трещины не должна быть меньше рабочей высоты сечения и не должна быть больше двух этих высот.

После выполнения статического расчета плит усиленных созданием неразрезности выполняется конструктивный расчет по деформационной или упругопластической модели, а затем по приведенной выше методике рассчитывается прочность контакта сборного и монолитного бетона.

ную формализацию и абстрактность теории политической системы, попытаться связать ее с происходящими в мире реальными политическими процессами, с конкретной политической системой, т.е. внести в нее элемент историзма. Главная цель концепции «политической культуры» состоит в том, чтобы выделить, так сказать, сугубо политические аспекты, формальные и неформальные политические компоненты из общенациональной культуры в целом

Обращение к проблематике политической культуры стало одним из проявлений переосмысления фундаментального для европейской цивилизации Нового времени представления о рациональной природе человека, открыло возможности интерпретировать его политическое поведение.

В целом, большинство сторонников концепции «политической культуры» сходятся в признании существования в каждой общественно-политической системе и стране особой политической культуры, которая определяет политическое поведение, придавая ему то или иное содержание и направление. Г. Алмонд использовал концепт «политической культуры» для анализа политических процессов в весьма ограниченной группе государств. Более того, можно с уверенностью утверждать, что примененная им аналитическая модель была специально приспособлена для отображения субъективного контекста именно локальных (страновых) политических процессов. Теория «политической культуры» рассматривалась как аналитическая конструкция *среднего* уровня, упорядочивающая проявления субъективного начала, как неинституциональный контекст политики. Как писал в то время его единомышленник С.Верба, политическая культура - «это не более чем проявление того, как люди воспринимают политику и как они интерпретируют то, что видят» [3].

Через несколько лет после выхода в свет первых работ, посвященных концепту «политической культуры», в 1963 г. выходит книга Г. Алмонда и С. Вербы «Гражданская культура». В ней авторы осуществили сравнительное исследование демократий 5 политических сообществ (Великобритании, США, Италии, Мексики и ФРГ) с точки зрения выявления в них условий, обуславливающих существование устойчивых демократий. В этой работе была сформулирована одна из наиболее влиятельных и по сей день концепций гражданской культуры.

Г. Алмонд и С. Верба утверждали, что гражданская культура - это не умозрительная конструкция, а действующая модель, воплощенная в политической культуре Великобритании и США. Либеральная демократия была для исследователей образцовой политической системой, а Америка и ее политическая культура - эталонами демократии и демократической политической культуры. Отсюда следовал очевидный вывод: национальные государства, строящие демократическое общество и адекватную ему политическую культуру, должны равняться на США и Англию.

Модель, предложенная авторами «гражданской культуры», действительно воспроизводила некоторые существенные черты политической культуры США, но точным слепком с нее не была. В целом она соответствовала принципам веберовского «идеального типа», к которому прибегали как Алмонд с Вербой при конструировании других политико-культурных моделей, так и остальные, ныне многочисленные исследователи рассматриваемого феномена. Модель гражданской культуры была принята значительной частью международного сообщества в качестве исследовательской парадигмы, пусть далеко не бесспорной, потому, что она выходила за пределы одной страны, одной национальной культуры и фиксировала устойчивые черты, типичные для политического сознания и поведения либерально-демократического общества, как такового.

Таким образом, понятие «гражданская культура» и основные выводы, сделанные в одноименной работе, послужили источником вдохновения для последующих поколений, изучающих политическую культуру, что, впрочем не защитило сам труд и его авторов от ожесточенной и не лишённой оснований критики. Во-первых, критические голоса не преминули указать на ненаучность прескриптивного (т.е. заранее предписывающего определенный результат) элемента в этой работе, где «хорошая» демократия задана в качестве искомой цели всякого политического развития. Во-вторых, индивидуальные предпочтения опрашиваемых довольно-таки необъективно приравнивались в ней к политической культуре целых стран и народов. В-третьих, не было уделено должного внимания факту расхождения смыслов одних и тех же политических терминов в различных национальных культурах и языках [4].

В 1970-х годах изучение политических культур национальных сообществ продолжалось достаточно активно, доминирующим методом стали исследования, снабжавшие количественными данными об «установках, мнениях и чувствах» населения. В 1972 г. Л. Пай обнаружил, что понятие «политическая культура» стало общепринятым среди представителей политической науки, да и вообще среди интеллектуалов. Но он обнаружил и то, что оно «неуловимо» и напоминает многие другие понятия общественной науки, которые «поначалу выглядели как глубокое и живое проникновение в суть вещей, но вскоре из-за неразборчивого употребления и стали смутными и пустыми» [5].

В целом в 70-е годы XX века начинает происходить процесс нарастания критического отношения к теории, выражавшейся в отрицании возможностей использования количественных методов для измерения субъективных устремлений. Стали также звучать упреки, что литература, посвященная политической культуре, имеет «нормативный уклон», что культурным символам привержены «все или большинство акторов в обществе» и, что тем самым концепт политической культуры работает на стабильность и консервативную идеологию. Время от времени даже раздавались призы-

УДК 621.023.87
ПРОЧНОСТЬ КОНТАКТА СБОРНОГО И МОНОЛИТНОГО БЕТОНА
УСИЛЕННЫХ МНОГОПУСТОТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ

С.Д. СЕМЕНЮК, Г.С. ШАХОВСКАЯ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Реконструкция зданий и сооружений в большинстве случаев сопровождается необходимостью усиления железобетонных плит перекрытия или покрытия. Особенностью проведения работ по усилению является то, что практически во всех случаях усиления выполняют при действии внешних нагрузок, как минимум от воздействия собственной массы конструкции. Анализ проведенных исследований показывает, что их большинство касается усиления без учета постоянных нагрузок на конструкции и вызванного этими воздействиями напряженно-деформированного состояния. Усиление многопустотных железобетонных плит может осуществляться: без изменения расчетной схемы – путем установки дополнительной арматуры в пустоты плит железобетонного настила, находящихся в пролете; с изменением расчетной схемы – путем создания неразрезности, когда дополнительная арматура устанавливается в пустоты и швы приопорных зон прилегающих плит.

Предельные усилия вдоль поверхности контакта определяются на основе следующих предпосылок:

– контакт сборного элемента и монолитного бетона рассматривается как дисперсная система, состоящая из нормальных и сдвиговых связей, при этом считается, что нормальные связи абсолютно жесткие, а сдвиговые обладают упругопластической податливостью;

– в качестве критерия исчерпания несущей способности поликомпонентных контактов принимается нарушение сплошности контакта; за критерий исчерпания несущей способности шпоночных контактов принят срез бетона шпонок в плоскости контакта;

– коэффициент трения бетона о бетон принимают равным 0,63;

– суммарное предельное сопротивление сдвигу за счет сцепления и механического зацепления вычисляется с учетом сопротивления сил трения, работы бетонных шпонок на срез и характеристики поверхности константа – K_1 , значение которого предлагается принимать из нижеприведенной табл. 1.

Расчет прочности контакта связи с расчетом прочности по наклонным сечениям. Если в однопролетной свободно опертой балке усилие сдвига равно усилию воспринимаемому бетоном сжатой зоны сечения, то в многопролетной неразрезной балке это усилие будет складываться из усилия

С.Д. СЕМЕНЮК, И.С. ФРОЛКОВ

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

Используя комплексный подход предлагается теоретический метод расчета железобетонных балок ребристых перекрытий. Учитывая упруго-пластическую работу бетона предложена методика расчета пространственных сечений бортовых балок ребристых железобетонных перекрытий при совместном воздействии крутящего и изгибающего моментов.

Численная реализация метода расчета показала, что в замкнутых системах при симметричной нагрузке для условий нормальной эксплуатации при расчете сечений бортовых балок определяющим являются крутящие моменты; при расчете сечений внутренних балок – изгибающие моменты.

При действии на железобетонную балку крутящего и изгибающего моментов разрушение происходит по пространственному сечению, образованному спиральной трещиной и замыкающей ее сжатой зоной, расположенной под углом α к горизонтальной оси элемента.

Положение сжатой зоны в пространстве определяется параметром C_1 - проекцией отрезка нейтральной оси на продольную ось элемента. По нормали к косому сечению действуют проекции внешних расчетных моментов – изгибающего и крутящего.

Условие прочности в расчетном предельном состоянии выводится из соотношения моментов внешних и внутренних сил относительно оси, проходящей через центр тяжести сжатой зоны. При этом, учитывая упруго-пластическую работу бетона, эпюру напряжений в сжатой зоне принимаем в виде прямоугольной трапеции.

Приведенные теоретические основы расчета пространственных сечений бортовых балок ребристых железобетонных перекрытий позволяет с необходимой точностью рассчитывать данные перекрытия и использовать такое конструктивное решение при строительстве жилых и гражданских зданий.

Проведенные исследования и сформированные на их основе предложения по расчету и проектированию ребристых железобетонных перекрытий, доведенные до состояния практического использования, позволяют на базе единого методологического подхода комплексно решать проблему безотказной работы конструкций перекрытий зданий и сооружений. Методика расчета бортовых балок ребристых перекрытий разработана в соответствии СНБ 5.03.01-02 и подтверждена экспериментально.

вы вовсе отказаться от концепта, но, принимая во внимание, устойчивое употребление, такого рода предложения не устоялись.

В 1977 г. Л. Дитмер с сожалением констатировал, что понятие политической культуры было слишком зациклено на «стабильности систем, как будто отсутствие изменений требовало объяснения». А поскольку репрезентативные исследования видели единственный источник изменений в политической социализации поколений, Дитмер пришел к заключению, что политическая культура глубоко консервативна в своих политических предпосылках – такой вывод фактически изначально вытекает из ее двусмысленной концептуализации.

В 1979 г. Д. Элкинс и Р. Симеон опубликовали очерк под заглавием «Причина в поисках следствия, или Что объясняет политическая культура?». Охарактеризовав понятие политической культуры как «популярное и соблазнительное», но вместе с тем противоречивое и путаное, авторы отметили общую несостоятельность попыток ясно и четко определить зависимую переменную. Элкинс и Симеон призвали к более строгой идентификации «культуронесущей единицы в различных ситуациях». Это был полезный совет, если принять во внимание, что имеется множество подобных единиц помимо исследуемых национальных культур. Они также упорно настаивали на том, что, поскольку политическая культура есть «коллективная собственность таких групп, как нации или классы», ее использование для объяснения всегда должно быть сравнительным.

Хотя исследования политической культуры в 1970-е годы в целом стали менее популярными, они все еще составляли процветающий подраздел политической науки. Концепция политической культуры оказала заметное влияние на исследование проблем политического воспитания, политического поведения, общественного мнения, которые изучаются в американской политологии, прежде всего, в интересах стабильного функционирования демократического режима.

К концу 1980-х годов концепт политической культуры получил новый мощный импульс. Он был обусловлен рядом проблем, связанных с «культурной политикой» в странах Запада, взлетом религиозного фундаментализма, но в первую очередь, образованием новых независимых государств в Европе и других частях света, их модернизацией и демократическим транзитом. Исследование коммунистических стран стало привлекательным по той причине, что установленные в них режимы были нацелены на «тотальную экономическую и политическую трансформации», а сами они относились к числу «обществ с наиболее разнообразными историческими и культурными традициями». Таким образом, происходящее в коммунистических странах можно было рассматривать, говоря словами Алмонда, как «естественнонаучные эксперименты» по изменению установок.

В начале 90-х гг. XX века в современной политической науке наблюдается ренессанс теории политической культуры, связанный с выходом ра-

бот Р. Инглхарта, Р. Патнэма и их последователей. Так, Роберт Патнэм в книге «Чтобы демократия сработала», посвященной исследованию региональной власти в Италии, использовал ряд методов и данные наблюдений, чтобы проанализировать деятельность региональных властей (и отношение к ним граждан) с точки зрения исторических и культурных различий, восходящих к Средним векам. Р. Инглхарт в ряде своих публикаций отстаивал линию Алмонда – Вербы и утверждал, что различные общества воплощают устойчивые культурные установки (или политические культуры), что влечет за собой существенные экономические и политические последствия. В изданной впоследствии книге он добавлял, что культурные изменения в «постмодернистском» обществе играют более важную роль, чем на стадии ранней индустриализации.

Таким образом, генеральным направлением развития теории политической культуры продолжает оставаться направление, основанное на допущении, что политическая культура связана с ценностными установками, верованиями, идеалами, убеждениями индивидов и, следовательно, представляет собой субъективный контекст политического процесса, что она отделяется от общей культуры своей ориентацией на отношение граждан к политической системе, а в самой политической системе представляет собой ориентационный уровень функционирования в отличие от институционального, который представляют собой властные структуры [6].

В 1990-м Алмонд писал, что политическая культура «обрела свое место в концептуальном вокабулярии политической науки», но вместе с тем дала повод для непрекращающейся полемики в рамках этой дисциплины – полемики не столь обильной, как вокруг плюрализма, но вполне внушительной в количественном отношении.

Алмонд и Верба обрисовали эту полемику в опубликованной в 1989 г. книге «Возвращаясь к гражданской культуре» - сборнике очерков, посвященном статусу политической культуры как независимой переменной. Алмонд допускал, что политическая культура не дотягивает до «теории», но «отсылает к совокупности переменных, которые могут быть использованы при конструировании теорий». Он повторил свой аргумент, что политическую культуру следует рассматривать и как независимую, и как зависимую переменную.

Путь к современной концепции политической культуры оказался длинным. Ученые долго вели поиски ключевой категории или субстанции для социальных наук, которая (категория или субстанция) отличала бы их от позитивных наук, но при этом позволила бы им придерживаться логоса позитивного знания. Многие настаивали на том, что этот логос следует искать в понятии «культура», а не в понятии «польза» или «выгода». Именно на фундаменте двух этих понятий сформировались в политической науке два основных типа теории о политике (целях и способах функционирова-

В качестве опытных образцов для экспериментальных исследований выбираем балочные элементы с размерами 1400x150x100. Для опорного листа (толщиной 2 мм) и фасонной арматуры была принята сталь Ст3.

Используем образцы с армированием в сжатой зоне, так же и без армирования. Экспериментальные исследования необходимо проводить для двух типов КНЭСК с прерывистым и непрерывным армированием.

В качестве схемы загрузки была выбрана шарнирно-закрепленная балка с размерами в свету 1340 мм, силы приложены на равноудаленном расстоянии от опор равном 450 мм. Данная схема загрузки позволяет получить зону чистого изгиба между точками приложения сил.

Перед проведением экспериментальных исследований первоначально назначаются факторы (X_i), зависящие от условий конкретной задачи, затем выбираются интервалы варьирования факторов (ΔX_i) и определяются основные уровни (X_{i0}) каждого из факторов. Исходя из значений факторов и интервалов варьирования, для упрощения дальнейших вычислений факторы переводятся в нормализованный масштаб: $x_i = (X_i - X_{i0}) / \Delta X_i$

При выборе факторов варьирования необходимо учитывать отечественный и зарубежный исследовательский опыт в области конструкций с внешним листовым армированием. Так к настоящему времени глубоко изучено влияние величины внешнего армирования, прочности бетона, высоты поперечного сечения, продольного стержневого армирования в сжатой зоне, что нашло свое отражение в научной литературе, монографиях и нормативных документах; следует уделить особое внимание влиянию геометрических характеристик фасонной арматуры на несущую способность конструкции в целом, т.к. влияние этого элемента является неизученным. Были приняты факторы имеющие относительные значения, оценивающие влияние величин друг на друга, использование которых позволяет уменьшить количество проводимых опытов. Исходя из вышеперечисленных предположений, в качестве факторов варьирования были приняты:

x_1 – толщина фасонной арматуры: 1...4 мм;

x_2 – относительная высота фасонной арматуры (h/h_0): 1,5...1,0;

где h – высота сечения элемента, h_0 – высота фасонной арматуры: 3...5;

x_3 – относительная высота изгиба фасонной арматуры $\lambda = h_0 / b$;

x_4 – частота волны $\omega = L/L_f$: 4, 6, 8;

После осуществления эксперимента результаты обрабатывают с использованием методов математической статистики, получая при этом алгебраические уравнения, отражающие связь между исследуемыми свойствами конструкции и исходными факторами. Таким образом в результате проведенных исследований должны быть получены степенные функции, которые могут быть применены при инженерном расчете.

УДК 624.07
ПРЕДПОСЫЛКИ К ПЛАНИРОВАНИЮ МНОГОФАКТОРНОГО
ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ
КОМПОЗИТНОГО НЕСУЩЕГО ЭЛЕМЕНТА
СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

С.Д.СЕМЕНЮК, И.М.КУЗМЕНКО, В.Н.МЕДВЕДЕВ

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

В настоящее время строительный комплекс является одной из наиболее стабильно действующих отраслей народного хозяйства. Конкуренентоспособность строительных фирм определяется жестким подходом к вопросам качества, надежности, долговечности, комфортности и архитектурной выразительности строительных сооружений, решение которых невозможно без применения новых технических решений.

Одним из таких решений является применение композитных несущих элементов строительных конструкций (КНЭСК), области применения которых разнообразны: строительство пролетных строений мостов, строительство перекрытий высотных зданий, резервуары, хранилища высокотоксичных отходов. Отличительной особенностью конструкции, является отсутствие адаптированной методики расчета.

Для изучения влияния геометрических характеристик поперечного сечения и физико-механических свойств батона на прочность нормальных и наклонных сечений КНЭСК подготовлен план многофакторного натурального эксперимента с учетом масштабного фактора.

Целью экспериментальных исследований являются:

- адаптация существующей методики расчета конструкций с внешним листовым армированием к КНЭСК;
- подбор параметров поперечного сечения и физико-механических свойств материалов для минимизации материальных ресурсов при возведении конструкций с использованием КНЭСК.

Для обеспечения корректности, перенесения механических характеристик бетона полномасштабной конструкции на уменьшенную модель, необходимо выполнение условия $L \geq L_0$, где: L – меньший размер балочной конструкции, $L_0 = 5(d_p + a_M)$ d_p – диаметр крупного заполнителя, a_M – одна средняя прослойка матрицы.

Для выполнения условия корректности, диаметр крупного заполнителя (d_p) не должен превышать 20 мм, исходя из этого условия для получения бетона был использован щебень фракцией 10-20 мм.

ния индивида и политической системы) концепция политической культуры и концепция рационального выбора.

В настоящее время в политологии сложились три основных направления в истолковании политической культуры. Одна группа ученых, продолжая заложенные Алмондом традиции и воплощая стремление к объемному пониманию предмета, отождествляет политическую культуру со всей совокупностью духовных явлений в мире политики. В этом смысле она не только поглощает целиком субъективное содержание политики, но и интерпретирует его как сугубо идеальное образование. Тем самым политическая культура как бы превращается в форму общественного сознания или психического склада, но лишенную поведенческих аспектов.

Другие политологи усматривают в политической культуре выражение нормативных требований (С. Уайт) или совокупность типичных образцов поведения человека в политике (Д. Плейно). В этом подходе политико-культурные явления предстают в виде некоей устойчивой, постоянно воспроизводящейся матрицы поведения человека («управленческая решетка» М. Дуглас), ориентирующей его на самые распространенные в данном обществе нормы и правила политической игры.

В рамках третьего направления культура истолковывается как способ, стиль политической деятельности человека, предполагающий воплощение его убеждений, идеалов, принципов и прочих базовых воззрений в поведении, - И. Шапиро, П. Шаран, У. Розенбаум. Понимание политической культуры как системы поведенческих ценностей раскрывает совокупность наиболее устойчивых форм, «духовных кодов» политической деятельности людей, свидетельствующих о степени свободного усвоения ими общепринятых норм и традиций государственной жизни, о сочетании в их повседневной активности и творческих, и стандартных для данного общества приемов осуществления своих прав и обязанностей и т.д.

Теория политической культуры сыграла свою роль в понимании механизмов функционирования политической системы и общества в целом. Позитивным моментом в развитии концепта политической культуры в мировой политической науке можно считать утверждение принципа разнообразия политических культур в их национальных моделях и вариантах.

Тема политической культуры очень популярна в отечественном обществоведении: соответствующий термин часто встречается в названиях статей, учебных курсов, дипломных работ, диссертаций (реже - книг) и весьма активно используется участниками политических коммуникаций. В развитии представлений о политической культуре и ее содержательном наполнении можно выделить два периода: первый – советский и второй – современный, начавшийся в 1990-х годах и продолжающийся до настоящего времени.

Теоретическим фундаментом разработки проблемы политической культуры явились работы основоположников марксизма. Непосредственно

в политическую и научную практику советского периода это понятие было введено В. И. Лениным. Концептуальные основания понимания феномена политической культуры составляли такие важнейшие составляющие марксистской теории, как материалистическое понимание истории, представление об определяющей роли материального производства, видение общества как системной целостности, учение о классовой борьбе и революционном преобразовании общества.

Политическая деятельность в марксизме рассматривается как средство преобразования общественных отношений и в итоге - революционного изменения всего общества. В этой связи политическая культура рассматривается как некоторая производная, необходимая составляющая для достижения этой цели, т. е. более развитая, прогрессивная политическая культура групп и классов, принимающих участие в политике, является необходимым условием эффективного преобразования общественных отношений. Вместе с тем политическая культура рассматривалась и как определенная цель политической деятельности [7].

На базе приведенных теоретических положений в 1960-е - 80-е годы в нашей стране проводились достаточно многочисленные исследования политической культуры советского общества. Среди отечественных авторов, уделявших значительное внимание теоретико-методологическим вопросам изучения политической культуры, следует назвать Бабосова Е.М., Баталова Э.Я., Бурлацкого Ф.М., Галкина А.А., Кейзерова Н.М., Когана Л.Н., Смирнова В.В. и других. Наряду с концептуальными разработками проблемы, целый ряд работ имел эмпирическую направленность.

К основным методологическим положениям марксистско-ленинской теории политической культуры можно отнести: во-первых, историко-материалистические основания анализа в целом; во-вторых, классовость подхода; в-третьих, нормативная компонента эмпирических исследований, направленность их на обеспечение практики воспитания советского человека. Существование значимого нормативного акцента связано с соотношением конкретных проявлений политической культуры с некоторой идеальной моделью, присущей человеку социалистического общества.

Составляющими социалистической политической культуры были такие компоненты, как овладение научной политической идеологией, знаниями в области марксистско-ленинской теории, внутренней и внешней политики партии; превращение знаний в глубокие внутренние убеждения личности, выработка классового самосознания, умение отстаивать свои взгляды; приобретение необходимых навыков политической деятельности, освоение ее принципов и норм; реализация знаний, убеждений в практической деятельности субъекта политической культуры во всех сферах общественной жизни.

Как было отмечено выше, процессы радикальной трансформации советской общественно-политической системы, привели к отказу от марксист-

УДК 691.5:666.96

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВАГРАНОЧНОГО ГРАНУЛИРОВАННОГО ШЛАКА

Р.П.СЕМЕНЮК, И.В.МАРЧЕНКОВА, А.А.МИГУРСКИЙ, В.Б.ЮДАШКИН
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Одним из наиболее перспективных путей утилизации промышленных отходов является использование их в производстве строительных материалов, что ведет к экономии средств как для строительной индустрии, так и для промышленности и является стратегически важным для охраны окружающей среды.

В результате выплавки металла образуются гранулированные ваграночные шлаки, которые задействованы в исследовании. Шлаки являются сыпучим материалом со стекловидными гранулами и буровато-зелеными и черными зёрнами до 5мм. Химический анализ показал результаты удовлетворяющие требованиям стандартов как по экологическим показателям так и по содержанию оксидов.

В работе применяется распространённая методика оценки прочности и долговечности, основанная на комплексном контроле его прочностных и деформативных свойств. При использовании шлака, бетон имеет повышенную стойкость против истирания, так как шлак обладает стекловидной и практически плотной структурой. Шлак черного цвета хорошо контрастирует со светлым цементным камнем, чем достигается декоративный эффект бетона на шлифованной поверхности. При шлифовке бетона абразивами шлак хорошо поддается обработке и шлифуется гладко, без сколов.

Использование молотых шлаков в качестве компонента вяжущего и в качестве самого вяжущего связано с их реакционной способностью или гидравлической активностью. Последняя предварительно может быть оценена по внешним признакам и по химическому составу. В среде цементного камня молотые гранулированные ваграночные шлаки активно содействуют росту прочности, и поэтому целесообразно использовать их в качестве добавки к портландцементу.

Все вышеперечисленные свойства шлаков обуславливают возможность его использования в качестве заполнителя и добавки в сборных покрытиях тротуаров, крылец зданий, пешеходных и садово-парковых дорожек, школьных дворов, благоустройство дворики, парков, скверов и приусадебных участков.

УДК 691.5:666.96
ПОЛИМЕРНЫЕ НАПОЛНИТЕЛИ ДЛЯ САМОНИВЕЛИРУЮЩИХСЯ
СОСТАВОВ

Р.П.СЕМЕНЮК, Д.И.ЖИЛИНСКИЙ, А.Н.ЯКОВЛЕВА, К.Ю.СЛИЗКИЙ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Улучшение состояния окружающей среды является актуальной задачей нынешнего поколения. Эта проблема стала одной из самых важных, так как около 85-90 % сырья, извлекаемого из недр Земли, попадает в так называемые "отходы", загрязняя биосферу. Кроме этого отходы полимерных материалов составляют ежегодно миллионы тонн. Выход из создавшегося положения состоит в комплексном использовании природных ресурсов, повсеместном внедрении малоотходных технологий, рациональном использовании отходов в качестве сырья. Определенная работа по решению задач, связанных с переработкой и утилизацией отходов, ведется, поэтому остается надеяться, что экологическая ситуация в республике будет улучшаться.

Переработка вторичного полимерного сырья (ВПС) является лишь частью глобальной проблемы утилизации твердых бытовых отходов (ТБО). На сегодняшний день в большинстве развитых стран мира люди пришли к выводу, что ресурсный потенциал ТБО нужно не уничтожать, а использовать. Нельзя подходить к проблеме ТБО как к борьбе с мусором, ставя задачу любой ценой избавиться от него.

Нами исследовалась возможность экономии ресурсов, а также утилизации полимерных отходов в самонивелирующихся смесях для напольных покрытий. С этой целью была произведена замена 5 % самонивелирующейся смеси полимерным наполнителем фракции 1.5 мм с насыпной плотностью 340..350 кг/м³. Для полученной смеси определялась подвижность, а отформованные образцы балочек размером 40*40*160 мм испытывались на изгиб и сжатие. В результате испытаний установлено, что при добавлении полимера улучшается прочность на изгиб, но прочность на сжатие незначительно уменьшается. Для повышения прочности при сжатии в состав смеси вводился цемент в различных пропорциях.

Полученный нами оптимальный состав с требуемыми свойствами позволяет использовать смесь для устройства стяжек под паркет, ламинат, линолеум.

Использование полимерных наполнителей позволяет экономить основной состав смеси, утилизировать полимерные отходы, улучшить теплоизоляционные и акустические свойства конструкции пола.

стско-ленинской политической парадигмы с присущими ей универсализмом и экономическим детерминизмом. Своеобразной реакцией против марксизма стал интерес к «культуре». Как справедливо отмечает Ю. Пивоваров, «к середине 90-х годов политическая культура стала тем суррогатом утерянной целостности и слаженности мира, который не могли предложить другие науки, теории и школы» [8]. Причем роль «и.о. старого мирозерцания» досталась «политической культуре» вполне закономерно: широко понимаемый «культурализм» прекрасно вписался в национальные интеллектуальные традиции.

Включению «культуры» в дискурс отечественной политической науки способствовало и то, что она входила в «первоначальный профессиональный багаж» многих политологов, начинавших свой творческий путь в качестве философов, историков, «научных коммунистов», филологов и даже физиков и инженеров. Однако, будучи хорошим ресурсом, междисциплинарность одновременно оказывается и источником проблем: какофония профессиональных языков порождает «всеядность», препятствуя «нормализации» научного языка; отсутствие жестких стандартов осложняет критическую коммуникацию и «корпоративный контроль над качеством». Хотя с отмеченными проблемами в той или иной мере сталкиваются все социальные науки, в политологии они стоят особенно остро.

Современные российские политологи (В. Пугачев, А. И. Соловьев, М. Фарукшин, Э.Баталов, В. Щегорцев, Ю. С. Пивоваров, К. С. Гаджиев и мн. др.) внесли существенный вклад в использовании концепта политической культуры и не ограничивают ее сферой политического сознания, поскольку политическая культура напрямую воздействует на мотивы деятельности субъектов политического процесса и формирует образцы их поведения.

К середине 1990-х годов в российской политической науке сформировалось два основных подхода к анализу политико-культурных процессов. В рамках первого подхода политическая культура рассматривается как определенный научный инструмент, призванный помочь при исследовании субъективных моментов в мире политического (Пивоваров Ю. С. и его единомышленники). Второй подход видит в политической культуре совокупность ценностных и поведенческих характеристик, изначально присущих объекту исследования (Баталов Э. и др.). Странники второго подхода стремятся выделить конкретные аспекты политической культуры и исследовать их, что позволяет полнее учитывать национальное своеобразие и специфику моделей политической культуры.

В центре внимания отечественных исследователей находятся два главных вопроса: о возможности и пределах преобразования политической культуры и о ее влиянии на ход «демократического транзита».

Эти, несомненно, взаимосвязанные вопросы целесообразно аналитически разделить, поскольку есть очевидные различия в интерпретации политической культуры в зависимости от того, что ставится во главу угла: то,

как меняется данная культура, или то, почему не получается с демократизацией.

В работах, сосредоточенных на вопросе «как», политическая культура рассматривается в качестве *сложного и разнородного комплекса*, который, будучи весьма консервативным, все-таки способен к постепенным изменениям. Подобный подход характерен, в первую очередь, для специалистов по политической социологии и психологии, занимающихся эмпирическими сравнительными исследованиями, но его разделяют и некоторые «теоретики». Интерпретации, акцентирующие на плюрализме субкультур, побуждают искать реальные механизмы интеграции сложной и неоднородной политической культуры постсоветского общества, фиксировать ее динамику, делать сравнения. Такой подход особенно важен с точки зрения целенаправленного влияния на политическую социализацию и, в частности, на практики гражданского образования.

Большинство работ, пытающихся найти ответ на вопрос о причинах неудачи постсоветской демократизации, трактуют политическую культуру как относительно неизменный «монолит», предопределяющий неизбежность «возвращения к тому, что было всегда». Подобная интерпретация свидетельствует о том, что развивающие ее авторы стремятся акцентировать тенденции, которые кажутся им определяющими. Однако в результате такой редукции доминирующие формы политической культуры предстают в роли факторов, жестко детерминирующих развитие общества. Именно эти интерпретации преобладают в отечественном политологическом дискурсе возможно, потому, что в нынешнем социально-политическом контексте вопрос «кто виноват?» кажется более актуальным, нежели вопрос «что делать?».

В целом, характеризуя состояние исследований политической культуры в рамках постсоветской политической науки можно сказать о том, что развитию отечественной теории политической культуры с самого начала был присущ определенный дуализм. С одной стороны, ощущалось сильное воздействие англо-американской школы с ее традициями анализа «гражданской культуры» или «культуры гражданского общества». С другой – российские (как и белорусские) авторы были вынуждены уточнять и дополнять несколько упрощенные западные схемы применительно к отечественным реалиям [9].

Изучение проблем политической культуры тесно было связано с текущей политической жизнью страны. Если в конце 80-х – начале 90-х годов XX в. политологи живо обсуждали вопросы построения на постсоветском пространстве «новой», «демократической», «посттоталитарной» политической культуры, то с усилением государственного начала в середине 90-х акценты сместились в направлении анализа самобытности и видового разнообразия политико-культурной традиции. А в начале XXI в. интерес к

УДК 691.5:666.96
ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ
ПРОИЗВОДСТВЕ ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Р.П.СЕМЕНЮК, Е.И.ВОЛКОВА, Ю.С.МАЗЬКО, М.А.СЛАВИНСКАЯ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Увеличение количества промышленных отходов наблюдается из года в год. Большое их количество является вторичными материальными ресурсами, т.к. по своему составу приближено к природному сырью. Из отраслей материального производства, способных потреблять промышленные отходы, наиболее емкой является промышленность строительных материалов. Таким образом, применение отходов промышленности позволяет создавать новые материалы, тем самым снижая их стоимость и решая при этом экологические проблемы.

Исследовалась возможность применения органических наполнителей из вторичного сырья для изготовления отделочных композиционных материалов.

Полученные составы представляют собой сухие композиции наполнителей и вяжущего вещества. Несмотря на свою многокомпонентность, имеют стабильный состав, гарантирующий определенные технические характеристики, полученные точной дозировкой компонентов. Отличительной чертой изготовленных составов является применение в качестве заполнителя вторичных продуктов и отходов промышленности органического происхождения: растительные волокна, древесные опилки, бумага и др.

Каждый из компонентов по-своему влияет на технологические свойства готовых смесей. Например, введение в состав смеси волокон разной длины позволяет повысить трещиностойкость состава и придать отделяемой поверхности повышенную декоративность, древесные опилки повышают водоудерживающую способность состава, а полимерная добавка регулирует пластические и адгезионные свойства. Структуру и свойства растворной смеси и затвердевшего раствора можно в значительной степени регулировать в нужном направлении за счет рационального подбора сырья и оптимизации составов в соответствии с заданными требованиями.

Эффективность отделочных материалов проверялась исследованиями составов с различными заполнителями и разными соотношениями между вяжущим веществом и заполнителем. В результате установлен их оптимальный состав и даны рекомендации по приготовлению и нанесению отделочных смесей.

УДК 624.011.1
ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ УЗЛОВ КРЕПЛЕНИЯ
КОНСОЛЕЙ К КЛЕеныМ ДЕРЕВЯНЫМ АРКАМ

В.А.САМКЕВИЧ
Филиал РУП «Институт БелНИИС» – НТЦ
Брест, Беларусь

Клееные деревянные конструкции находят широкое применение в строительстве уникальных большепролетных сооружений. Одним из таких объектов является манеж Минского областного конноспортивного комплекса "Урожайный".

Основными несущими конструкциями покрытия манежа являются трехшарнирные деревянные клееные арки с затяжкой. Арки поперечным сечением (b×h) 410×1360 мм, пролетом 47,8 м, установлены с шагом 6,0 м. Для восприятия распора предусмотрена стальная затяжка, выполненная из шести стержней диаметром 45 мм. Арки опираются на железобетонные пилоны и передают на них вертикальную и горизонтальную (ветровую) нагрузки. Между собой арки раскреплены распорками сечением (b×h) 140×470 мм. Шаг распорок 5,8 м.

Для придания жесткости покрытию в продольном направлении между распорками устанавливаются металлические диагональные связи. В торцах здания устроены консольные свесы кровли, выполненные из клееных деревянных балок прямоугольного сечения.

При проектировании покрытия здания возникли трудности с определением несущей способности узлов крепления консолей к клееным деревянным аркам в силу отсутствия каких-либо рекомендаций существующих норм.

Для решения данной проблемы в филиале РУП «Институт БелНИИС» – Научно-технический центр (г. Брест) были выполнены испытания опытных образцов узлов крепления консолей к клееным деревянным аркам.

Для проведения испытаний было изготовлено три образца. Первые два образца изготовлены согласно схемам испытаний. Для испытания образца №3 был смоделирован фрагмент покрытия манежа длиной 6,0 м.

По результатам испытаний установлено:

– при испытании образцов №1 и №2 произошло хрупкое разрушение балок (на участках крепления консолей) от действия растягивающих напряжений поперек волокон древесины;

– при испытании образца №3 наблюдалось значительное кручение модели несущей конструкции покрытия, вызвавшее резкое увеличение вертикальных смещений свободного торца консоли и изменение характера работы несущих конструкций покрытия;

– несущая способность соединения достаточна для восприятия расчетных проектных нагрузок.

На основании проведенных исследований были даны рекомендации по конструктивным решениям соединений и их расчету.

При проектировании уникальных (нетиповых) клееных деревянных элементов целесообразно выполнять экспериментальную проверку проектных решений.

подобного рода вопросам вообще резко снижается, поскольку идет «прагматизация» и «рационализация» политики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алмонд, Г. Гражданская культура. Политические установки и демократии пяти наций / Г. Алмонд // Антология мировой политической мысли: в 5 т. – М.: Мысль, 1997. – Т.2: Зарубежная политическая мысль. XX в. / Нац. обществ.-науч. фонд. Акад. полит. науки; Руководитель проекта Г. Ю. Семигин и др.; Ред.- науч. совет: пред. совета Г. Ю. Семигин и др.
2. Баталов, Э. Я. Политическая культура: понятие и феномен / Э. Я. Баталов // Политика: проблемы теории и практики. – Вып. VII. – Ч. 2. – М.: ИНИОН АН СССР, Ин-т молодежи, 1990. – С. 101–144.
3. Соловьев, А. И. Политическая культура: к проблеме идентификации национальных моделей / А. И. Соловьев // Принципы и практика политических исследований: сб. материалов конференций и мероприятий, проведенных РАПН в 2001 году. – М.: Российская политическая энциклопедия, 2002. – С. 126–144.
4. Стрежнева, М. В. Политическая культура в различных интерпретациях: анализ специального понятия / М. В. Стрежнева // ОНис. – 2002 – № 5. – С. 141–155.
5. Формизано, Роналд П. Понятие политической культуры / Роналд П. Формизано // Pro et Contra. Т 7, № 3. – Политическая культура. – С. 111–146.
6. Теория политики / Б. А. Исаев [и др.]. – СПб.: Питер Пресс, 2008. – 460 с.
7. Назаров, М. М. Политическая культура российского общества 1991-1995 гг.: опыт социологического исследования. / М. М. Назаров. – М.: Эдиториал УРСС, 1998. – 176 с.
8. Малинова, О. Ю. «Политическая культура» в российском научном и публичном дискурсе / О. Ю. Малинова // Полис. – 2006. – № 5. – С. 106–128.
9. Шатилов, А. Постсоветские подходы к изучению политической культуры / А. Шатилов // Pro et Contra – Т 7, № 3. – Политическая культура. – С. 183–194.

ПНЕВМОЦЕНТРОБЕЖНАЯ ОБРАБОТКА
ОТВЕРСТИЙ МАЛОГО ДИАМЕТРА

Е.Н.АНТОНОВА, Н.С.ГАРЛАЧОВ

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

Пневмоцентробежная обработка (ПЦО) отверстий большого диаметра (45...127 мм) проводится давно и внедрена на ряде предприятий. Обработка отверстий малого диаметра (20...25 мм) ранее не проводилась. Поэтому разработка инструмента и проведение исследований ПЦО поверхностей отверстий малого диаметра является актуальной задачей.

Для обработки отверстий диаметром 22,5...23 мм изготовлен раскатник по А. с. СССР № 1761452.

Отличительной особенностью данного раскатника является то, что торец корпуса вместе с кольцом образуют камеру расширения, в которой располагаются деформирующие шары. Сопла, через которые подается сжатый воздух в камеру расширения, просверлены непосредственно в торце самого корпуса. Некоторые конструктивные параметры раскатника: диаметр осевого канала 5-14 мм, диаметр шаров 5,6 мм, пять сопел диаметром 2 мм под углом 30° к плоскости торца корпуса, диаметр четырех сопел, расположенных на конической части корпуса – 2 мм.

Этим инструментом проводилась обработка поверхностей отверстий стальных, бронзовых и алюминиевых втулок. Обработка бронзовых втулок с твердостью 110 НВ проводилась при избыточном давлении 0,2 и 0,4 МПа, при подаче $S = 0,3$ и 0,4 мм/мин. После обработки с исходной шероховатостью поверхности Ra 2,5...3 мкм была достигнута шероховатость Ra 0,3...0,5 мкм.

Обработка алюминиевых втулок диаметром 22,5 мм проводилась при давлении 0,15 МПа, шарами диаметром 5 мм на станке модели 16К20. При подаче 0,07 мм/мин была достигнута шероховатость поверхности Ra 0,5 мкм, а при увеличении подачи до 0,14 мм/мин шероховатость составила Ra 0,1 мкм.

Экспериментальные исследования показали, что на шероховатость поверхности влияет изменение давления и подачи, которая определяет работу, совершаемую шарами по смятию микронеровностей поверхности. При использовании рассмотренной конструкции пневмоцентробежного раскатника для обработки поверхностей отверстий малого диаметра при исходной шероховатости поверхности Ra 2,5...5 мкм достигается шероховатость Ra 0,1...0,5 мкм.

РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА УСТОЙЧИВОСТИ
ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Л.И.САЗОНОВА, Д.А.БЕЛЯК, А.М.МИШУК

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

Расчет устойчивости выполняется по разработке индивидуальных проектов земляного полотна. При обосновании устойчивости земляного полотна исходят из закономерностей механики грунтов, изучающей сопротивление грунтов внешним нагрузкам. Работа грунта в земляном полотне протекает в условиях переменного увлажнения и меняющихся во времени температур. Поэтому сопротивление грунта нагрузкам неодинаково в различные периоды года, и следовательно, в связи с переменностью погодных условий неодинаково и в разные годы. Расчет устойчивости земляного полотна должны проводиться применительно к периодам неблагоприятного состояния грунтов.

Расчеты устойчивости при проектировании земляного полотна должны сопоставляться с данными учета опыта службы полотна автомобильных и железных дорог, проходящих поблизости от строящегося сооружения.

При расчете устойчивости откосов необходимо исходить из возможных схем обрушения откосов, устанавливаемых на основе данных о геологических напластованиях. Возможны два случая.

1. Грунт земляного сооружения или естественного массива однороден или отдельные его слои мало различаются по прочности. Смещение сползающего массива происходит по образующейся в грунте криволинейной поверхности скольжения.

2. В грунте имеются неоднородные напластования, резко различающиеся по свойствам, и сдвиг происходит по фиксированной поверхности раздела между слоями.

Для сокращения сроков проектирования имеет смысл автоматизировать однотипные, но то же время трудоемкие расчеты.

Предложенная нами программа представляет собой консольное приложение, написанное на языке «С», определяющая коэффициент устойчивости земляного полотна четырьмя способами:

- а) коэффициент устойчивости по М.Гольдштейну;
- б) коэффициент устойчивости без учета внешней нагрузки;
- в) коэффициент устойчивости с учетом внешней нагрузки;
- г) коэффициент устойчивости с учетом гидростатического давления.

УДК 621.757
ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУР ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ
ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

М.В.ВАРТАНОВ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
МГТУ «МАМИ»
Россия, Москва

Сущность предлагаемого способа состоит в ограждении границ карты намыва полотнищем из водопроницаемого, но непроницаемого для частиц грунта материала.

Технология производства работ по намыву сооружения включает:

- подготовку полотнищ геотекстиля, необходимой ширины и поплавков со средствами соединения;
- прикрепление полотнища к поплавкам и перемещение готовой плети поплавков к месту намыва;
- прикрепление якорей к концу полотнища и установка якорей в зонах расположения границ основания насыпи;
- стягивание поплавков на расстояние, равное ширине земляного полотна в уровне воды;
- намыв грунта в зону между завесами;
- отсоединение концов геотекстильного материала от поплавков с заведением их на поверхность намывного грунта и оформление верхней части земляного сооружения.

Заложение откосов рекомендуется принимать в зависимости от высоты набега волны и глубины водоема в пределах от 1:2 – 1:4.

Полотнища формируются из отдельных полотнищ геотекстиля, соединенных между собой по длине. Соединение полотен осуществляется одним из известных способов.

Поплавки могут быть выполнены из дерева (кругляк) или труб диаметром 530 мм с заглушенными торцами.

Готовую плеть поплавков с геотекстильным материалом доставляют к месту производства работ, и первый поплавок прикрепляют анкерами к берегу в месте размещения границы основания насыпи.

После установки завес производят намыв тела насыпи. Намыв осуществляют по обычной технологии.

Вода, поступающая с пульпой, отводится за пределы завес благодаря хорошим фильтрующим свойствам геотекстильного материала.

После намыва насыпи до уровня верха поплавок, намыв грунта приостанавливают, и поверхность планируют с формированием призмы в ее краевых частях. Затем отсоединяют края полотнищ геотекстильного материала от поплавков и заводят их на поверхность призм, после чего производят намыв грунта до верха призм. В дальнейшем наращивают пульпровод и операции повторяют.

Преимуществами такого способа являются: сокращение объема земляных работ за счет увеличения крутизны откосов; обеспечение укрепления откосов земляного сооружения в процессе намыва; сокращение затрат и сроков строительства; сокращение потерь грунта из-за сноса при намыве насыпей через водотоки.

Технологичность изделий во многом определяет возможности автоматизации сборки и себестоимость. Вместе с тем обеспечение технологичности – наиболее трудно формализуемая задача технологической подготовки производства. Для ее решения нет достаточно разработанного математического аппарата, строгих формальных методик. Результаты решения в значительной степени зависят от опыта, знаний и творческой интуиции формирующих ее специалистов.

Сложившаяся практика технологического контроля конструкторской документации не обеспечивает параллельности работы конструкторов и технологов в вопросах обеспечения технологичности. В этой ситуации технологи не могут повлиять на технологичность изделия, кроме того, обычно ограничены сроки подготовки производства. Главным же препятствием является недостаточная формализованность в вопросах обеспечения технологичности изделий. Не редки конфликтные ситуации между конструкторами и технологами. Таким образом, в науке о технологичности выявлено противоречие, суть которого в том, что, с одной стороны, технологичность формируется с ранних стадий проектирования изделий, а с другой стороны, отсутствует сквозное описание и формализованные процедуры её обеспечения.

Известные методики реализуют оценку технологичности в следующей последовательности: детали, соединения, изделие в целом. В то же время проектирование изделия ведется в обратной последовательности. Методики по технологичности «работают» по готовой конструкторской документации. Кроме того, они не дают ответа на вопрос: «Как изменить конструкцию изделия?» Предполагается, что конструктора имеют варианты конструкции. Отсутствуют критерии, позволяющие оценить эффективность конструкции на ранних этапах проектирования. Не известны формализованные процедуры обеспечения технологичности на уровне структуры, деталей, соединений.

В работе предлагается методология повышения качества проектных решений и сокращения сроков подготовки производства на основе параллельности конструкторско-технологического проектирования при обеспечении технологичности изделий.

В докладе раскрыты взаимосвязи конструкторско-технологических работ по обеспечению технологичности:

- с одной стороны с процедурой проектирования изделия;
- с другой стороны с этапами технологического процесса автоматической сборки.

Так как задачей проектирования является создание изделий, отвечающих требованиям автоматизированного производства, то первый уровень теоретических обобщений связан с требованиями по отдельным группам сборочного оборудования.

Второй уровень обобщений связан с иерархией изделия:

- структура изделия;
- геометрия деталей;
- виды соединений;
- техтребования по сопрягаемым поверхностям.

Третий уровень связан с формированием концептуальных положений: критериев, математических моделей, процедур, механизмов, правил, методов и т.д., позволяющих проводить формирование технологичности изделий.

Анализ логики конструирования показал, что возможно два подхода к поиску оптимальной структуры изделий:

- выбор прототипа и его последовательное совершенствование;
- формирование множества решений, а затем поиск оптимума.

Однако, до настоящего времени данные задачи решались лишь с позиций нахождения новых патентоспособных решений. С позиций автоматизации производства подобной постановки задач не выявлено.

Технологичность изделий может быть обеспечена на основе созданной последовательности работ при технической подготовке производства. Разработанная методология охватывает следующие этапы проектирования изделий:

- функциональной структуры;
- принципа действия;
- технического решения;
- оптимизации параметров изделий.

Последовательность работ предусматривает возможность реализации двух стратегий: формирования множества технических решений и их оптимизации, а также последовательного технологического совершенствования прототипа.

Приводятся примеры реализации разработанных стратегий на ряде промышленных изделий.

УДК 625.7/8

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОДВОДНОМ ГИДРОНАМЫВЕ

Г.В.ПРОВАТОРОВА

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Владимир, Россия

Рядом исследований установлено, что во всех случаях при намыве в воду с увеличением глубины водоема уклоны подводных откосов выполаживаются. Это связано с потерей кинетической энергии потока пульпы. В процессе подводного намыва происходит сегрегация частиц грунта по крупности, в результате чего в нижней части сооружения располагаются наиболее мелкие и однородные частицы, которые укладываются с плотностью, близкой к предельно рыхлому залеганию.

Учитывая, что район Западной Сибири характеризуется в основном распространением супесей, суглинков или мелких песков, намыв насыпей с подводными откосами крутизной 1:8 – 1:6 приводит, по сравнению с земляными сооружениями с откосами крутизной до 1:3, к расходу грунта порядка 75 тыс. м. куб/км при глубине водоема 5м.

Выполненные расчеты с использованием известных зависимостей Стокса-Ричардсона показали, что снос частиц грунта по течению может достигать очень больших величин, а это приводит не только к дополнительным затратам, но и засорению ложа водоема и нарушению экологического баланса.

В последнее время при строительстве дорог в Западной Сибири наметилась тенденция по намыву земляных сооружений с пляжными откосами крутизной, в зависимости от типа грунта от 1:8 до 1:50. Но следует учитывать, что при откосах крутизной 1:25 и глубине водоема 5м для возведения подводной части по сравнению с сооружениями крутизной 1:3 требуется дополнительно более 500 тыс. м куб. грунта на км, а с учетом потерь на снос - еще больше. А это означает, что для намыва пляжных откосов одного километра такой насыпи земснарядом типа 180-60 требуется для 11 группы грунтов 3 месяца работы, т.е. с учетом всех затрат можно ожидать, что стоимость такого варианта укрепления составит около 1млн р./км.

В связи с этим, важное значение имеет поиск новых средств защиты откосов от волнового воздействия, и мероприятий по обеспечению намыва подводной части насыпи с откосами повышенной крутизны. Одним из таких решений является намыв подводной части насыпи с применением завес-ограждений из геотекстильных материалов.

Т.А.ПОЛЯКОВА, И.А.СТОЛЯРОВ, М.Н.ЦАЦУР
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Проблема утилизации и переработки промышленных отходов носит глобальный характер, что и обуславливает ее важность. Практически любое промышленное изделие "начинается" с сырья, добываемого из недр планеты или вырастающего на ее поверхности. На пути к промышленным предприятиям сырье что-то теряет, часть его превращается в отходы.

Подсчитано, что на современном уровне развития технологии 9 % исходного сырья в конечном итоге уходит в отходы. Поэтому и громоздятся горы пустой породы, небо застилают дымы сотен тысяч труб, вода отравляется промышленными стоками, вырубаются миллионы деревьев.

Особого внимания заслуживает проблема утилизации полимерных бытовых отходов, так как этот материал в большинстве своем не подвержен саморазложению, а при сжигании выделяет крайне ядовитые вещества. Полимеры составляют порядка 10 % с прогрессирующим ростом до 20 % от общей массы коммунальных отходов страны.

Объектом исследования являются полимерные отходы предприятия «РеПлас-М». Мощность предприятия составляет 5500 тонн ПЭТ бутылок. Полученный в результате переработки ПЭТ бутылок, гранулированный материал делится по фракциям 1,5-5мм с насыпной плотностью 340-350 кг/м³ и фракции 10-20мм с насыпной плотностью 160-180 кг/м³.

Полимеры обладают специфическим комплексом физико-химических и механических свойств. Важнейшие из этих свойств: способность образовывать высокопрочные анизотропные высокоориентированные волокна и пленки, способность к большим, длительно развивающимся обратимым деформациям; способность в высокоэластичном состоянии набухать перед растворением; высокая вязкость растворов.

Полученное сырье можно эффективно применять практически во всех отраслях, даже в строительной! Очищенный и измельченный ПЭТ можно смешивать с другими полимерами и наполнителями, получать новые материалы со спектром новых свойств.

На данном этапе исследования изготавливается серия образцов мелкозернистого асфальтобетона с заполнителем из песка, шлака и смеси песка и шлака с добавлением ПЭТ гранул.

Так как изделия из ПЭТ устойчивы к удару и растрескиванию, могут работать при температуре до + 70 °С, а также устойчивы к действию разбавленных кислот, масел, спиртов, минеральных солей и большинству органических соединений, то их можно применять как добавку в асфальтобетоне, что приведет к улучшению его прочностных свойств.

С.В.ГОНОРОВА
Государственное учреждение профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Основной погрешностью, возникающей в процессе сверления, являются пространственные отклонения получаемых отверстий. Особенность данной работы состоит в том, что в ней рассматривался вопрос определения погрешностей, возникающих при одновременной обработке отверстий, расположенных под углом друг к другу. При этом с одной стороны требуется выдержать установочный размер $60 \pm 0,3$ - расстояние между осями инструментов в момент начала обработки. Тогда угол наклона отверстий друг к другу составит $39^\circ \pm 30'$. Указанные размеры связаны друг с другом и изменение установочного размера повлияет на величину угла наклона. Кроме того, нужно рассмотреть возможность увеличения допуска на установочный размер.

Каждое звено формообразующей системы станка в процессе обработки, совершает рабочее движение относительно предыдущего. Относительное движение звеньев системы представлено матрицами обобщенных перемещений. При этом следует учитывать, что каждое звено обладает одной степенью свободы.

Связь матриц обобщенных перемещений и траектории движения режущих кромок инструмента выражена с помощью функции формообразования. Эта функция представляет собой аналитическую зависимость. При построении функции применялся математический аппарат преобразования координат с использованием матриц и векторов четвертого порядка. Фактически получается система уравнений, позволяющая вычислить координаты произвольной точки обрабатываемой поверхности в любой момент времени. Уравнения легли в основу компьютерной программы «Сверление», доработанной с учетом особенностей формирования отверстий. С ее помощью произведен расчет координат точек обрабатываемой поверхности в выступах корпусной чугунной детали. Диаметр формируемого отверстия – $\varnothing 10,5$ F7. В качестве допущений можно принять идеальную заточку инструмента, считать, что инструменты расположены симметрично. Величина погрешности установки инструмента, в данном случае, находится в пределах допуска на размер, определяющий расстояние между осями инструмента к моменту начала обработки. Таким образом, можно рассмотреть два случая:

- 1) установочный размер достигает наибольшей величины (60,3 мм);

2) установочный размер достигает наименьшей величин (59,7 мм).

Расчет при помощи функции формообразования показал, что форма отверстия почти не отличается от теоретической. Увод осей отверстий приводит к изменению угла наклона отверстий друг к другу. Но величины угла наклона в обоих случаях остаются в пределах допустимых значений.

Дальнейшая работа проведена в направлении, связанном с определением деформаций детали в процессе обработки. Наряду с погрешностями установки инструментов эти деформации повлияют на пространственные отклонения формируемых отверстий. Расчеты деформаций и напряжений проведены с помощью метода конечных элементов.

При создании модели инструменты заменены системой сил, возникающих в процессе резания: осевая сила $P_0 = 700$ Н, крутящий момент $M = 2,8$ Н·м.

Деформации, полученные деталью в обоих случаях составляют $7 \cdot 10^{-4}$ — $9 \cdot 10^{-4}$ мм. Концентратором напряжений выступает зона обработки (20-25 МПа). Если говорить о детали в целом, то напряжения на периферии составляют от 0,5 до 3,3 МПа и опасными не являются.

Вывод, который можно сделать из проведенных исследований, позволяет сказать, что величины деформаций детали в процессе обработки зависят от ряда факторов, к которым нужно отнести расположение обрабатываемых отверстий, а также форму обрабатываемой детали. Деформации, полученные деталью, следует учитывать в расчетах.

Также расчеты позволяют сделать заключение о том, что допуск на установочный размер не должен превышать указанного предела 0,3 мм. Уже было отмечено, что углы наклона отверстий тогда остаются в пределах допустимых значений. Этот вывод сделан на основании того, что расчеты выполнены без учета ряда факторов: погрешности, связанные с установкой детали в приспособлении, неравномерный износ и заточка инструмента, несимметричное расположение сверл. Последний фактор связан с отклонением соосности шпинделя и кондукторной втулки. Следует отметить, что на основании размерного анализа шпиндельного узла задача обеспечения соосности решена методом регулирования. Расчеты показали, что отклонение осей втулки и шпинделя может составлять 0,07 мм.

В настоящее время ведется корректировка данных для определения координат точек обрабатываемой поверхности с учетом выполненного размерного анализа и расчета деформаций методом конечных элементов.

УДК 625.8

ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ РАБОТ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Т.А.ПОЛЯКОВА, И.А.ПОЛЯКОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Автоперевозки являются важной частью технологического процесса на производственных предприятиях. Большую часть общего объема перевозок многих предприятий строительной отрасли выполняет автотранспорт. Поэтому весьма актуальным является правильное планирование и организация перевозок. При этом можно избежать очередей и простоев при погрузке, использования дополнительных вспомогательных машин (бульдозеров и погрузчиков), нерационального использования рабочего времени машин и водителей.

Для повышения эффективности работы автотранспорта производственного предприятия ЗАО «Могилевский КСИ» рассмотрен вопрос расчета и организации сменно-суточного плана перевозок песка, постоянно потребляемого в технологическом процессе.

Расчеты велись с использованием следующих данных: месячная потребность предприятия в материале, количество смен работы, дальность транспортирования, условия погрузки-разгрузки, размещение карьеров, грузоподъемность автосамосвалов. Ограничениями при расчетах явились емкость приемного бункера, скорость потребления песка, требования по рациональной организации труда.

Итогом работы явилось составление графика движения оптимального количества автосамосвалов с учетом бесперебойной работы экскаватора в карьере и без привлечения дополнительного погрузчика для подачи песка в бункер. Работа приемного бункера и конвейера организована в соответствии с потребностями предприятия в песке. Оптимальной является и организация режима работы всех водителей.

За счет четкой организации процесса выгрузки песка из автосамосвалов на приемной колосниковой решетке не образуется хаотичного разброса материала. В связи с этим отпадает необходимость в постоянном окучивании погрузчиком, который может быть задействован в это время на других работах. Только этот фактор уже позволяет получить определенную экономию. Так, учитывая часовую стоимость эксплуатации используемого погрузчика, предприятие может получить экономию в размере около 1 млн. рублей ежемесячно.

Результаты работы использованы в организации работы цеха карьер-гараж ЗАО «Могилевский КСИ».

простую проверку растянутых стальных пластин по ослабленному отверстию сечению. Это не позволяет учесть действительную работу более сложных соединений, в которых конструктивные элементы подвергнуты комплексному воздействию силовых факторов. Существующие принципы конструирования по большей части ограничены требованием по расстановке нагелей в деревянных элементах. Вместе с тем, применение подобных соединений, основанное на рациональных принципах конструирования, ведет к увеличению эффективности и надежности деревянных конструкций.

Нередко, производители стальных соединительных элементов вместе с каталогами продукции предлагают упрощенные формулы для подбора типа и количества соединительных элементов и нагелей.

Настоящие исследования направлены на разработку методики расчета и конструирования соединений элементов деревянных конструкций на стальных кронштейнах с использованием гвоздей (т.е., в основном – односторонние соединения).

В задачи исследований входит:

- 1) постановка и реализация численного расчета данного типа соединений;
- 2) экспериментальные исследования работы соединений элементов деревянных конструкций на стальных кронштейнах с использованием гвоздей;
- 3) разработка и обоснование требований и рекомендаций по конструированию соединений;
- 4) разработка методики расчета соединений на стальных кронштейнах с использованием гвоздей.

УДК 621.9

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ТОНКОСТЕННОЙ БАЛКИ ЗАМКНУТОГО ПРОФИЛЯ

О.В.ГОНОРОВА, С.В.ГОНОРОВА

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

Рассматриваемая балка является элементом конструкции, используемой для получения отверстий в железобетонных плитах. Стальная балка (Ст.3) крепится к стальным стойкам, которые установлены в бетонном колодце. Балка представляет собой сборную конструкцию, состоящую из четырех однотипных элементов (плит). Одно из допущений, принятых в расчете связано именно с формой сечения, которое рассматривалось как тонкостенный замкнутый профиль.

Основным элементом конструкции выступает плита направления, к которой крепятся одиннадцать тросов. Нагрузки приложены перпендикулярно оси балки и возникают за счет усилий натяжения в тросах. Характер приложения нагрузок позволяет сказать, что балка работает в условиях совместного действия изгиба и кручения.

Задача оптимизации конструкции балки связана с изменением технологического процесс. В результате внесенных в технологический процесс изменений возросла нагрузка на каждый из тросов. Величины рабочих напряжений достигли предела упругости материала балки. Чтобы избежать потери прочности, необходимо оптимизировать конструкцию балки за счет изменения формы и размеров ее поперечного сечения.

Изменение толщины профиля приводило к изготовлению новой балки. Эта работа требовала достаточного времени и значительных финансовых затрат. Следовательно, оптимальным решением явилось изменение конструкции существующей балки.

Чтобы снизить напряжения и деформации предложено два варианта изменения конструкции:

- 1) по длине балки расположить несколько ребер жесткости, перпендикулярных к продольной оси балки и плите направления. Однако особенности крепления тросов не позволили его принять. Процесс замены троса тогда был бы трудоемким;
- 2) по длине балки сделать ребро жесткости в виде плиты, расположенной вдоль оси балки, перпендикулярно плите направления. Расчеты на прочность в данном случае показывают, что напряжения снижаются и увеличивается запас прочности.

Как показала практика эксплуатации балки, внесенное изменение в конструкцию позволило добавить тросы и увеличить действующие нагрузки.

В.П.ГОРБУНОВ, В.Ф.ГРИГОРЬЕВ, А.Н.РУДИЮК

Учреждение образования

«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Брест, Беларусь

Важнейшим условием при эксплуатации многоцелевых станков (МС) с ЧПУ является обеспечение требуемой точности обработки деталей и сохранение ее в процессе заданного периода эксплуатации, что определяется их параметрической (точностной) надежностью.

Показателями качества обработки, характеризующими МС с ЧПУ как элемент технологической системы, являются: точность размеров, формы и расположения обрабатываемых поверхностей, их шероховатость, а в ряде случаев и физико-механические характеристики поверхностного слоя. Событие, заключающееся в выходе любого из заданных параметров качества (точности) обработки за установленные пределы, считается отказом по точности обработки. Точность обработки на МС с ЧПУ изменяется при эксплуатации вследствие действия различных процессов, которые, как правило, имеют случайный (стохастический) характер, поэтому отказы по точности обработки имеют дисперсию и подчиняются закономерностям для случайных событий.

Для оценки параметрической надежности МС с ЧПУ необходимо, опираясь на общую модель формирования параметрического отказа, предложенную проф. А.С. Прониковым, применять следующие основные показатели: $P(t)$ - вероятность безотказной работы станка по точности обработки за межналадочный период T_{mn} ; δ_T - резерв (запас) МС с ЧПУ по точности обработки; K_T - коэффициент резерва МС с ЧПУ по точности обработки (запас надежности); γ_T - скорость изменения резерва МС с ЧПУ по точности обработки; γ_K - скорость изменения коэффициента резерва МС с ЧПУ по точности обработки K_T (скорость изменения запаса надежности) и T_p - ресурс МС с ЧПУ по точности обработки.

В дополнение к основным показателям параметрической надежности, указанным выше, необходимо рассматривать также ряд частных показателей: K_1 , K_2 , K_3 - которые характеризуют долю неиспользованного резерва выходного параметра, и долю, которую в поле допуска на выходной параметр занимают случайные и систематические погрешности выходного параметра. Использование этих показателей упрощает определение и прогнозирование запаса надежности по выходному параметру. Тогда в совокупности с показателями δ_T , $P(t)$, они являются исходными данными для прогнозирования ресурса по выходному параметру МС с ЧПУ.

А.Н.ПЕТРУКОВИЧ

Филиал РУП «Институт БелНИИС» – НТЦ

Брест, Беларусь

Многообразие форм и конструктивных решений элементов из древесины предъявляет определенные требования к их соединениям. Одним из видов соединений, обеспечивающим возможность создания как простых, так и сложных по исполнению деревянных строительных конструкций, является соединение с помощью стальных пластин и нагелей.

Наиболее существенными факторами, рассматриваемыми при решении задач конструирования подобных соединений, являются:

- 1) простота и точность проектирования, которая может быть обеспечена наличием методики расчета и обоснованных принципов конструирования;
- 2) простота производства самих соединительных элементов;
- 3) удобство и простота монтажа деревянных строительных конструкций с соединениями на стальных пластинах и нагелях;
- 4) практически любые формы и конфигурации конструкций, в связи с чем предъявляются повышенные требования к данным типам соединений.

Первый фактор связан непосредственно с инженерными методиками расчета и конструирования. Второй и третий факторы касаются технологии изготовления соединений и производства строительно-монтажных работ.

Четвертый, указанный выше фактор, подытоживает три предыдущих, охватывая вопрос разработки соединений и принципов их конструирования в комплексе.

В данной постановке вопроса остановимся на первом факторе. Рассматриваемый тип соединений очень часто классифицируется как соединение на стальных кронштейнах с помощью гвоздей (или других элементов нагельного типа). В некоторых источниках используется термин «соединения на растянутых связях», который, однако, не учитывает все возможные формы и, как следствие, действительные условия работы стальных пластин для соединений деревянных конструкций.

На сегодняшний день не существует единого подхода для расчета и конструирования соединений деревянных конструкций на стальных кронштейнах. СНиП II-25-80, СНБ 5.05.01 и разрабатываемый ТКП содержат требования и рекомендации для нагельных соединений со стальными пластинами (накладками и прокладками), которые ограничены расчетом нагелей на срез, изгиб, выдергивание и смятие в нагельных гнездах, а также

ВЛИЯНИЕ ФИЛЬТРАЦИИ НА ФОРМИРОВАНИЕ РЕЛЬЕФА И ОСНОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

В.Т.ПАРАХНЕВИЧ

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

Принято считать, что формирование рельефа является результатом действия тектонических сил, вследствие ледникового периода и эрозии почв поверхностным стоком. Перечисленные факторы носят явный характер и хорошо описаны в различных источниках.

Влиянию подземного стока в этом процессе не уделяется должного внимания и поэтому мало изучено. Скорости фильтрации подземных вод и унос частиц грунта в десятки, даже сотни раз меньше, чем поверхностного стока. Ввиду малой интенсивности процесса результат их действия не так заметен, поэтому слабо изучен. Все же не следует игнорировать работой подземного стока, так этот процесс происходит постоянно в течении года. Работа подземного стока, ввиду разных характеристик фильтрующих грунтов приводит к созданию уклонов местности. Характер их усиливается поверхностным стоком вплоть до образования таких крупных форм рельефа как овраги.

Работа подземного стока кроме формирования рельефа весьма существенно влияет на устойчивость инженерных сооружений. Их возведение приводит к увеличению нагрузки на фильтрующие слои. Это вызывает их уплотнение, интенсивность фильтрации уменьшается вплоть до полного ее прекращения. Наблюдается переформирование потоков подземных вод, происходит концентрация их в обход основания инженерных сооружений. Концентрация подземного стока вызывает более интенсивный унос пылеватых и мелких частиц. Это приводит к деформации оснований и нарушению устойчивости инженерных сооружений. Одновременно наблюдается поднятие уровня подземных вод и интенсификация капиллярных явлений, что так же отрицательно сказывается на долговечность инженерных сооружений.

В связи с этим следует отметить, что проектирование инженерных сооружений необходимо проводить с учетом и прогнозом гидрологического режима грунтовых вод.

Игнорирование возможного влияния грунтовых вод при проектировании инженерных сооружений приводит к нарушению их устойчивости.

При обработке корпусных деталей и деталей типа «плита», где высокие требования предъявляются к размерам межосевых расстояний, в качестве выходного параметра МС с ЧПУ была принята точность координатных перемещений (в рабочем объеме станка), то есть точность выхода рабочих органов в запрограммированное положение. Все составляющие погрешности, формирующие этот выходной параметр, будут являться частными выходными параметрами МС с ЧПУ, как-то: геометрическая точность, жесткость, точность позиционирования, тепло- и износостойкость.

Оценка параметрической надежности МС с ЧПУ за межналадочный период проводилась на примере многоцелевого станка модели МС12-250ВМФ4 в следующей последовательности.

1. Определение лимитирующих выходных параметров в плоскости стола станка и установление диагностических сигналов.
2. Проведение контрольных испытаний, обработка результатов экспериментов и диагностических сигналов.
3. Расчет показателей качества и параметрической надежности.
4. Оптимизация параметров станка и режимов обработки.

Анализ конструкции МС и проведенные предварительные (установочные) испытания показали, что расчет показателей параметрической надежности необходимо проводить по критерию ΔY - погрешности выходного параметра вдоль координаты Y .

Статистическая обработка результатов контрольных испытаний позволила определить параметры геометрической точности, погрешности позиционирования, выявить закон изменения выходного параметра и диагностических факторов для определения γ_T , γ_K и дальнейшего прогнозирования. Причем оценка влияния тепловых полей станка проводилась при различных режимах работы шпинделя по методике ускоренных испытаний.

По результатам расчета показателей параметрической надежности была определена область состояния параметра ΔY и запас надежности, который в начальный момент эксплуатации составил: $K_T=1,43$, при $P(t) \rightarrow 0$, а в конце межналадочного периода $K_T=1,06$ (при частоте вращения шпинделя $n=1000 \text{ мин}^{-1}$ и максимальном положении ползуна). Резерв МС с ЧПУ по точности снизился с 20 мкм до 3 мкм (допуск лимитирующего размера составлял 46 мкм). При стабилизации теплового поля возможна обработка по IT7.

Таким образом, при эксплуатации МС с ЧПУ возможно прогнозирование его параметрической надежности и обеспечение нахождения выходного параметра в области допустимых значений, управляя при этом наиболее значимыми технологическими и эксплуатационными факторами.

В.Ф.ГРИГОРЬЕВ, В.П.ГОРБУНОВ, Ю.А.ДАКАЛО

Учреждение образования

«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Брест, Беларусь

Возрастание объёмов и сложности проектных и конструкторских работ, связанных как с созданием изделия, так и с технической подготовкой его производства, приводит к увеличению сроков разработки и внедрения новой техники. Одним из направлений сокращения сроков освоения и улучшения качества выпускаемых машин является внедрение в практику конструирования расчётных принципов определения качественных показателей изделий. Эти показатели зависят от правильного выбора характера сопряжения, допусков размеров, формы и расположения поверхностей или элементов деталей. Поэтому важной задачей, решаемой при проектировании машин, является установление связей между геометрическими характеристиками и служебным назначением изделия, разработка норм точности этих характеристик.

Конструктивные и технологические особенности машины во многом определяются методами координации поверхностей, т.е. правильной установкой размеров, а также правильным выбором значений и методов задания допусков. Рациональным заданием размеров и допусков, без изменения конструкции, можно не только повысить точность и взаимозаменяемость изделия, но и уменьшить трудоёмкость его изготовления.

В основе размерной отработки конструкции лежит анализ размерных связей: вначале между деталями механизмов и узлов, а затем внутри каждой детали.

Выявление конструкторских размерных цепей - сложная, трудоёмкая, неформальная задача, решаемая в ходе технологической подготовки производства. Применение методики размерного анализа упрощает процесс выявления размерных цепей, позволяет решать задачи обеспечения качества сложных изделий машиностроения и открывает путь к его алгоритмизации.

Выявление размерных цепей может проводиться двумя способами: по отдельности для каждого линейного или углового размера; комплексно, для всех размеров на основе графа размерных связей.

В математике под графом понимается пара множеств - множество вершин, соответствующих анализируемым объектам и множество пар вершин (рёбер), соответствующих взаимосвязям между объектами. При построении графа размерных связей под объектами подразумеваются конструктивные элементы детали, под рёбрами - размеры объектов, размеры и

И.Л.ОПАНАСЮК, Л.Г.ОПАНАСЮК, Т.А.ДЕМЬЯНОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

К подземным линейно-протяженным инженерным сетям относят инженерные сети водопровода, канализации, сети тепло - и газоснабжения, телефонизации, электроснабжения и др.

В большинстве случаев прокладка этих сооружений производится открытым способом, и сопровождается значительными объемами ручных и механизированных земляных работ, удельный вес которых в общей структуре работ составит от 50 до 75 % ее трудоемкости.

Как правило, подземные инженерные сети прокладываются в условиях различных ограничений и стесненности по ширине фронта работ. При этом от 35 до 85 % грунта разрабатывается в траншеях с погрузкой в транспортные средства. Объем креплений стенок траншей на 1 м^3 разрабатываемого грунта колеблется от 0,03 до $0,15\text{ м}^2$. Ручные земляные работы составляют 2,3...9,9 % от общего объема грунта, разрабатываемого в траншеях. Это говорит о значительных резервах снижения материальных и трудовых ресурсов при строительстве инженерных сетей.

Стесненные условия производства работ обуславливают также многовариантность возможных организационно-технологических решений и методов производства работ, что затрудняет их выбор и обоснования как на стадии проектирования, так и при производстве работ.

В связи с этим одним из направлений повышения эффективности прокладки подземных инженерных сетей открытым способом является применение технологически обоснованных решений по их расположению в стесненных условиях по ширине фронта работ. Этот подход позволяет ликвидировать необоснованные объемы работ, повысить производительность труда и сократить сроки возведения линейно-протяженных инженерных сетей.

Авторами разработана методика многовариантного технологического проектирования, позволяющая системно и оперативно производить обоснование мест расположения подземных инженерных сетей и выбор наиболее рациональных организационно-технологических решений по реализации открытого способа их прокладки в стесненных условиях по ширине фронта работ.

УДК 624.01
ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ
РЕШЕНИЙ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН

И.Л.ОПАНАСЮК, С.В.ДАНИЛОВ

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

Нормальный срок службы колонн составляет 70 – 100 лет. Однако в процессе эксплуатации, степень их износа из-за коррозии бетона и арматуры достигает, в некоторых случаях 20 – 30 % (средняя степень разрушения).

При такой степени износа следует принимать рациональные конструктивные и организационно-технические решения, обеспечивающие восстановление, а в некоторых случаях и увеличение несущей способности колонн. На ряду с этим отсутствует приемлемая методика организационно-технологического обоснования и выбора рациональных технических решений для этих целей.

В современных условиях эффективные и обоснованные решения могут быть приняты лишь на основе выполнения вариантного проектирования с учетом анализа ранее примененных методов восстановления железобетонных колонн.

Для выбора рациональных решений была создана система вариантов восстановления железобетонных колонн со средней степенью их разрушения, каждый из которых характеризуется конечным множеством оценочных показателей, достаточно полно описывающих свойства сравниваемых вариантов.

Нетрудно дать оценку каждому варианту по конкретному показателю. Однако гораздо сложнее сопоставить варианты по разным показателям эффективности, которые часто имеют разные размерности или же трудно сопоставимы по другим соображениям.

Для системотехнической оценки и многоцелевой селектования таких вариантов нами применён метод выбора множества недоминируемых вариантов.

По предлагаемой методике, нами были исследованы наиболее распространенные методы восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн: одностороннее и двухстороннее наращивание сечения; железобетонные обоймы и рубашки; металлические обоймы; стальные обоймы с обетонированием.

Анализ приведенных методов усиления показал, что наименее трудоемкими и надежными в работе являются усиления с увеличением поперечного сечения по средствам устройства стальной обоймы с обетонированием.

допуски, определяющие взаимное расположение объектов, текстовые технические требования, косвенно заданные размеры. Схематично граф изображается множеством окружностей (вершин), соединённых линиями (рёбрами). Для проведения размерного анализа изделия оно рассматривается как совокупность сборочных единиц и деталей, а каждая деталь - как множество поверхностей. Такой подход (формализация) позволяет представить изделие в виде графа, на котором вершины соответствуют поверхностям, а рёбра - размерам.

Построение графа поверхностей изделия начинается с построения графа изделия как совокупности сборочных единиц и деталей. Для этого проводится анализ сборочного чертежа изделия, в результате которого устанавливаются связи между сборочными единицами и деталями и определяется, какие из них являются базирующими для других.

Однако этот граф не отражает характер соединения деталей и сборочных единиц. Чтобы установить все соединения деталей в изделии, надо заменить в графе сборочные единицы изделия совокупностями составляющих их деталей, установить конструкторские базы деталей и, таким образом, определить их иерархию.

С помощью графа деталей без сборочного чертежа изделия легко построить контуры их размерных цепей. Для этого сначала надо принять рёбра, соединяющие смежные детали, за звенья размерных цепей. Но это ещё не размеры деталей, являющиеся составляющими звеньями размерной цепи, а лишь линии, связывающие детали, чьи размеры являются составляющими звеньями.

По построенному графу устанавливается характер размерных цепей и их взаимосвязи. Чтобы заменить их на размеры между поверхностями, нужно воспользоваться графом поверхностей изделия. При переносе размера замыкающего звена на граф размерных связей изделия получается замкнутый контур, который соответствует конструкторской размерной цепи.

Рассматриваемая методика была применена для повышения качества изделия массового производства - механизма открывания дверцы духовки газовых и электроплит, для которого отмечалась нестабильность угла открывания (от -5° до $+8^\circ$, при допустимых отклонениях $\pm 2^\circ$).

Для сборочного чертежа шарнира было произведено построение графов деталей и размерных связей изделия. Анализом выявленных размерных цепей было установлено, что обеспечение точности исходного (замыкающего) звена требует завышенной точности составляющих звеньев. Было предложено изменение конструкции деталей и их размеров, позволившее стабилизировать точность исходного звена при технологичных допусках деталей сборочной единицы.

П.А.ГРИЦЕНОК, П.А.КОЗЛОВИЧ

Учреждение образования

«МОЗЫРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ им. И.П.Шамякина»

Мозырь, Беларусь

Шлифование и полирование – это чистовая обработка поверхностей деталей абразивными материалами и инструментами. При шлифовании поверхность получается ровной и гладкой, при полировании – зеркальной. Ясно, что четкой границы между этими двумя операциями нет.

При шлифовании сначала используют грубые, а далее все более мелкие абразивы. Осуществляют этот процесс с помощью специальных станков, шлифуя закрепленными (абразивные камни, бруски, наждачная бумага) и свободными (какое-либо приспособление-носитель абразивных частиц, не связанных жестко с носителем) абразивами. При полировании используют только свободные абразивные круги, щетки и полировщики. Лепестковые круги для полировальных и зачистных операций появились в промышленности недавно. Рабочие органы таких кругов – абразивные лепестки, вырубаемые из шлифовальной шкурки. Ценным качеством лепестковых кругов является то, что они удачно сочетают сравнительно жесткие крепления абразива и высокую эластичность в радиальном и тангенциальном направлениях.

Финишная обработка лепестковыми кругами позволяет значительно повысить производительность, снизить затраты на инструмент и улучшить качество деталей. При полировании ими деталей из стали, чугуна достигается параметр шероховатости $Ra=0,63\dots 0,04$ мкм. Применяются в основном две формы кругов: лепестковые радиальные круги (K1, K10) и лепестковые торцевые (KLT). Однако, эти инструменты обладают некоторыми особенностями, без знания которых нельзя добиться высокой эффективности применения их в производстве. Внедрение процессов финишной обработки связано с необходимостью в каждом конкретном случае определять оптимальные условия процесса (конструкция инструмента, характеристика шлифовальной шкурки, режимы обработки). Использование лепестковых кругов эффективно от единичного до массового производства и применяются при шлифовке и полировке коленчатых валов тракторов и автомобилей, валов, штоков и гильз пневмо- гидроцилиндров, втулок, шестерен, шаровых пальцев, обработки плоских поверхностей и др. деталей машиностроения, а в деревообработке широко используют для шлифования плоских и фасонных поверхностей.

крытия более 3 мм, выбоины, сетка трещин, заплаты и волны с длиной равной базе транспортного средства. Наличие указанных дефектов и их объем указывает на недостаточную прочность конструкции дорожной одежды в зоне их наличия, а объем по отношению к общему оцениваемому участку характеризует соответствие всего оцениваемого участка нормативным требованиям по прочности.

Для нежестких дорожных одежд возможность сохранения характеристик дорожной одежды с течением времени зависит от способности верхнего слоя основания равномерно распределять транспортные нагрузки. Если эти нагрузки слишком значительны для грунтового основания, то оно может деформироваться, а деформация – передаться на верхний слой покрытия, что приведет к нарушению сплошности и утрате ровности. В таких случаях измерение ровности позволяет оценить состояние всей дорожной одежды.

РУП «Белдорцентр» в 2008 г. была выполнена выборочная оценка ровности сети местных автомобильных дорог, находящихся в эксплуатации (табл. 1).

Табл. 1. Средняя ровность покрытия местных автомобильных дорог

Область	Среднее значение ровности, м/км
Брестская	8,11
Витебская	6,40
Гомельская	4,72
Гродненская	5,32
Минская	5,24
Могилевская	6,06
В среднем по сети местных дорог	6,07

Обработка результатов свидетельствует, что состояние местных автомобильных дорог вплотную приблизилось к критическому. При средней ровности, превышающей 6,0 м/км, дорожное покрытие может оставаться в проезжаемом состоянии в течение 5 – 8 лет при условии очень хорошего содержания и соблюдения нормативных нагрузок. При этом снижается средняя скорость движения транспортных средств до 80 км/ч и менее, то есть не обеспечивается даже скорость, разрешенная Правилами дорожного движения. В случае если средняя ровность достигнет значения 7,0 м/км можно говорить о том, что начинается необратимое разрушение дорожной конструкции и восстановить свойства дорог можно только путем реконструкции.

В таких условиях сокращение финансирования ремонта и содержания местных автомобильных дорог может привести к значительным экономическим потерям в масштабах всего государства.

И.В. НЕСТЕРОВИЧ, С.В. БОГДАНОВИЧ

Республиканское унитарное предприятие «БЕЛДОРЦЕНТР»

Минск, Беларусь

Срок эксплуатации дорожного покрытия и мероприятия по его ремонту и содержанию, соответствующие тому или иному состоянию покрытия жёстко связаны с ровностью. В странах с развитой дорожной сетью, как правило, ровность измеряется по шкале Международного показателя ровности, где уровень этого показателя находится в диапазоне от 2 до 6 м/км, но дороги, состояние которых значительно ухудшилось, могут характеризоваться значительно более низкими показателями.

Основными факторами влияния на ровность являются: качество строительства и ремонта; уровень движения и в особенности осевые нагрузки, которые должны соответствовать уровню, заложенному в проектной документации; проведение восстановительных ремонтов и содержания в сроки, установленные нормативными документами.

Согласно нормативным требованиям при оценке прочности усовершенствованных конструкций дорожных одежд протяженность прочных участков должна находиться в пределах 85-95 % (в зависимости от категории) от общей длины оцениваемого участка.

При движении транспортных средств дорожная одежда прогибается. Если прочность дорожной одежды соответствует нагрузкам прогибы будут упругими, то есть практически без остаточной деформации. Но если нагрузки превышают допускаемые, при прогибе дорожной одежды в слоях основания будут накапливаться остаточные деформации с образованием неровностей и искажением микропрофиля покрытия, т.е. с образованием волн (нарушение профиля покрытия). Ровность при этом ухудшается. При значительном превышении фактических нагрузок над допускаемыми, в нижних слоях асфальтобетона начинают образовываться трещины которые постепенно доходят до верхнего слоя с последующим образованием выбоин, ровность покрытия ухудшается. Колейность образуется также при превышении фактических нагрузок над допускаемыми, при этом может быть два случая: слабое основание или недостаточная сдвигоустойчивость асфальтобетонных слоев. Образование колейности ухудшает ровность покрытия.

Из примеров видно, что ровность зависит от прочности конструкций дорожных одежд, между ними имеется зависимость.

Особенно на показатель ровности влияют дефекты прочностного характера, к которым следует отнести: колейность, трещины с шириной рас-

Использование технологии полирования лепестковыми кругами дает определенный эффект по качеству обработки и ее стабильности, гарантирует полное отсутствие прижогов и их удаление, если они получены на предыдущих операциях, при высокой производительности процесса и стойкости полировальных кругов. Эти круги не засаливаются и не требуют правки. Они безопасны в работе. На операциях полирования не требуется высокая квалификация оператора. Для осуществления процесса может быть использовано потерявшее технологическую точность оборудование. Для финишной обработки лепестковыми кругами используют универсальные и специальные круглошлифовальные, торцокруглошлифовальные, бесцентрошлифовальные, внутришлифовальные, плоскошлифовальные, сферошлифовальные станки, а также токарные станки, оснащенные полировальными головками.

Деформация круга (величина прижима круга к обрабатываемой поверхности) составляет 1-2 мм, и не должна превышать 2 мм. Большие значения деформации применяют при большой исходной шероховатости. Направление вращения круга - строго по направлению стрелки, указанной на этикетке. Скорость вращения подбирается от конкретных условий обработки в пределах 20 – 25 м/с, но не должна превышать 35 м/с. Зернистость круга подбирается исходя из конкретных условий обработки.

Круги лепестковые из шлифовальной шкурки всех типов не допускается использовать с водой или эмульсиями. Перед закреплением необходимо визуально осмотреть их на отсутствие трещин и других дефектов. Не менее 1 минуты следует вращать круг, не прикасаясь к обрабатываемой поверхности.

Практика обработки деталей лепестковыми кругами показывает, что чем меньше зернистость, тем тщательнее должна подготавливаться исходная поверхность. Так, для получения поверхности с шероховатостью Ra 0,32 мкм кругами с зернистостью №4 необходима исходная шероховатость не ниже Ra 1,25. Припуск под полирование может быть ограничен высотой микронеровностей. Следует отметить, что ввиду эластичности круга на этих операциях не исправляются геометрические погрешности поверхностей, биение и т.д. Единственное, что удается исправить – это огранку. Ее значение можно значительно уменьшить. В связи с этим, все вопросы обеспечения точности формы должны решаться на предыдущих операциях.

В результате лепесткового полирования обеспечивается точность 7 – 8 квалитетов. Для этого точность должна обеспечиваться на предыдущей операции – шлифовании.

В.А.ДАНИЛОВ, А.И.КОСТЮЧЕНКО, А.Н.СЕЛИЦКИЙ

Учреждение образования

«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Новополоцк, Беларусь

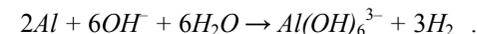
Эффективным направлением повышения надежности трансмиссий машин является применение профильных моментопередающих соединений, обеспечивающих по сравнению с традиционными шлицевыми соединениями при меньшей стоимости изготовления более высокую усталостную прочность и долговечность, снижение уровня шума и вибраций в машинах и механизмах. Применение профильных соединений сдерживается отсутствием стандартов на них, специального станочного оборудования, инструментального оснащения и отлаженных технологий для их производства, что свидетельствует об актуальности исследований и практических разработок по этой проблеме. Важное значение при проектировании станка имеет выбор схемы формообразования, определяющей относительные движения инструмента и заготовки, т.е. кинематику станка и метода обработки, характеризуемого типом режущего инструмента.

Профиль моментопередающих поверхностей может быть ограничен различными линиями: прямыми, дугами окружностей, циклоидальными и другими кривыми, для получения которых требуются соответствующие схемы формообразования. На практике обычно применяется равноосный контур (РК-профиль), для обработки которого необходимы относительно сложные дорогие станки.

Заслуживает внимания близкий по геометрии к РК-профилю синусоидальный профиль, преимуществом которого является то, что сопряженные наружные и внутренние поверхности деталей с таким профилем могут быть обработаны по общей схеме точения на одном станке. Согласно этой схеме в процессе обработки заготовка совершает вращение, а резец или инструмент для поверхностно-пластического деформирования – связанное с вращением возвратно-поступательное движение и подачу вдоль оси заготовки. Если возвратно-поступательное движение инструмента осуществляется по гармоническому закону с частотой, большей частоты вращения заготовки в отношении, равном количеству выступов обработанной поверхности, то ее профиль является синусоидальным. Указанный закон движения инструмента может быть обеспечен кривошипным или кулачковым механизмами, а также программным управлением.

Наиболее просто данный метод обработки реализуется на модернизированных универсальных токарных и токарно-затыловочных станках, ос-

водная вода) ионы меди отсутствуют, поэтому восстанавливается вода. Образующиеся анионы взаимодействуют с катионами меди, затрудняя проникновение их к катоду и восстановление на нем. В последующем при накоплении в растворе большого количества ионов меди они начинают восстанавливаться на катоде, формируя хорошо заметное покрытие. Наряду с описанными процессами на катоде происходит растворение алюминия в щелочной среде, образующейся при протекании катодного восстановления воды:



За счет этой реакции масса алюминиевого катода заметно уменьшается. Наблюдаемое в этом случае появление пузырьков водорода на алюминии подтверждает это предположение.

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что масса электродов продолжает изменяться после проведения электролиза и отключения источника электрического напряжения. При этом масса латунного электрода уменьшается только в том случае, если в процессе электролиза он был анодом, а когда он выступает в качестве катода, масса не только не уменьшается, но даже несколько возрастает за счет оседания на электроде продуктов электролиза. Масса алюминиевого электрода также уменьшается при стоянии в электролите, но в значительно меньшей степени. Это можно объяснить тем, что в процессе электролиза с поверхности металла удаляется защитный оксидный слой, препятствующий растворению металла. После проведения электролиза поверхность латунного анода фактически покрыта слоем медного порошка за счет преимущественного растворения зерен металла, обогащенных цинком – избирательная коррозия

Вследствие этого суммарная площадь поверхности, на которой происходит растворение металла очень велика, что и обусловило заметное изменение массы.

Если электролиз проводился с алюминиевым анодом, изменение его массы было того же порядка, что и с медным анодом, однако коррозионное поражение поверхности носило явно выраженный «язвенный» характер

Чрезвычайно интересным было поведение алюминиевого образца, который, находясь в электролите, не контактировал ни с одним из электродов и не был соединен с источником электрического напряжения. На образце в этом случае протекали как анодный, так и катодный процессы. На том конце образца, который был ближе к аноду электролизера, протекали катодные процессы, а на ближайшем к катоду протекало анодное растворение алюминия, имеющее характер язвенной коррозии.

Очевидно, что при подаче на электрохимическую систему внешнего электрического потенциала электродные процессы могут протекать даже на металлических деталях не находящихся в непосредственном контакте с электродами. Это позволяет объяснить механизм протекания ряда коррозионных процессов.

А.С.НЕВЕРОВ, И.В.ПРИХОДЬКО

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

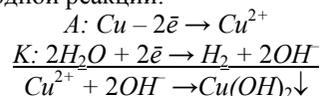
ТРАНСПОРТА»

Гомель, Беларусь

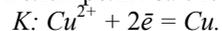
В настоящее время все большее распространение получают алюминиевые радиаторы водяного отопления. Одной из возможных причин коррозионного повреждения их деталей является поступление потенциала от внешнего источника электрического напряжения в систему электрически связанных между собой алюминиевых радиаторов, стальных труб, латунных фитингов и кранов. В связи с этим были выполнены модельные эксперименты, воспроизводящие такие условия.

В электролит (водопроводную воду) погружали два электрода, представляющих собой фрагменты радиатора, выполненного из сплава АД – 31, и латунного крана, соответственно. Электроды замкнули на контакты универсального источника питания – УИП 2, полярность которых в различных экспериментах изменялась. Учитывая возможность отсутствия непосредственного контакта некоторых деталей радиатора с металлическими проводниками электрического тока, в электролит отдельно помещали фрагмент алюминиевого радиатора, не контактирующий непосредственно ни с одним из электродов.

Анализ результатов экспериментов, показывает, что электролиз в течение одного часа вызывает примерно одинаковое уменьшение массы анода, независимо от того, выполнен ли он из алюминия или из меди. После проведения электролиза электроды длительное время выдерживались в электролите. При этом на аноде выделился гидроксид меди, за счет взаимодействия продукта анодной реакции Cu^{2+} и анионов OH^- , образовавшихся при протекании катодной реакции:



Приведенное электронное уравнение для катодного процесса противоречит традиционному описанию процессов, протекающих при электролизе с растворимым анодом. На катоде должно протекать восстановление ионов металла, поступающих в электролит за счет растворения анода:



Однако это справедливо только для электролиза, протекающего в электролите, содержащем ионы металла, из которого изготовлен анод. В данном случае в начальный момент электролиза в электролите (водопро-

нащенных указанными устройствами, что позволяет при небольшом объеме производства заменить ими специальные станки. Например, этот метод был осуществлен на токарно-заточном станке модели 1Б811 при изготовлении, в рамках договора между Полоцким государственным университетом и заводом «Ударник», деталей профильных соединений типа валшестерня и др. модернизированного редуктора отбора мощности погрузчика ТО-18Б, в котором все шлицевые соединения и зубчатые муфты были заменены профильными синусоидальными.

Недостатком этого метода является относительно невысокая производительность обработки по сравнению с точением круглых валов из-за знакопеременных инерционных нагрузок в механизмах станка, обусловленных возвратно-поступательным движением поперечного суппорта с частотой, в 2 – 5 раз превышающей частоту вращения шпинделя. Поэтому в серийном производстве деталей профильных моментопередающих соединений целесообразно использовать более производительные схемы обработки, основанные на вращательных движениях инструмента и заготовки.

Аналитически установлено, что синусоидальный профиль формируется при ротационном точении некруглых поверхностей эксцентрично установленным круглым вращающимся резцом. В данном случае обработка профильных валов осуществляется методом ротационного точения, особенностью которого является высокая стойкость инструмента, что является резервом повышения производительности. Кроме того, благодаря замене возвратно-поступательного движения инструмента вращательным, исключаются знакопеременные инерционные нагрузки и связанные с ними ограничения производительности точения. Обработка осуществляется по первой схеме ротационного точения, когда передней поверхностью круглого резца служит его торцовая поверхность. При этом ось вращения резца скрещивается с осью вращения заготовки, эксцентриситет его установки задается в два раза меньше высоты выступов некруглого профиля над вписанной в нее окружностью, а частота вращения резца настраивается больше частоты вращения заготовки в соответствии с числом выступов профиля (А. с. СССР № 982845).

Возможность реализации метода ротационного точения некруглых валов предусмотрена при создании широкоуниверсального зубо-шлицефрезерного станка модели ВС-50 производства Витебского станко-строительного завода «Вистан», позволяющего обрабатывать некруглые валы и другими инструментами – резцовыми головками, дисковыми и цилиндрическими фрезами и др. Целесообразно ротационным точением выполнять окончательную обработку некруглого вала после его предварительной обработки на этом же станке эксцентрично установленной цилиндрической фрезой (А. с. СССР № 1662770).

В.А.ДАНИЛОВ, Ю.В.СИТЬКО, А.А.ЧЕПУРНОЙ

Учреждение образования

«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Новополоцк, Беларусь

Отечественная промышленность не выпускает станки для обработки круговых винтовых поверхностей, вследствие чего изделия с такими поверхностями, в частности, роторы одновинтовых насосов, обычно приобретаются за рубежом. В этой связи актуально создание необходимого станочного оборудования для освоения производства импортозамещающей продукции. С экономической точки зрения заслуживает внимания решение данной задачи путем модернизации станков иного технологического назначения, кинематическая структура которых близка к структуре специального станка.

Задача модернизации связана с синтезом кинематической структуры создаваемого станка с учетом кинематики базового станка и реализуемых им схем формообразования. Исследованием геометрии круговой винтовой поверхности с позиции формообразования резанием установлено, что из множества возможных вариантов ее целесообразно представить как след производящей окружности, расположенной эксцентрично относительно оси ротора в нормальной к ней плоскости и совершающей винтовое движение вдоль этой оси. Обусловлено это тем, что поперечное сечение любой прямой круговой поверхности в поперечном сечении представляет собой окружность, центр которой расположен на цилиндрической винтовой линии, радиус которой равен эксцентриситету круговой винтовой поверхности. Поэтому кинематика и конструкция модернизируемого станка должны обеспечивать возможность:

- формирования производящей окружности;
- настройки расстояния между осью изделия и центром производящей окружности (эксцентриситета круговой винтовой поверхности);
- создания и настройки винтового движения в соответствии с шагом круговой винтовой поверхности.

Анализ геометрических параметров роторов винтовых насосов и технических возможностей станков показал, что последнее из указанных требований обеспечивают различные станки (токарно-винторезные, токарно-затыловочные, зубо-шлицефрезерные и др.), винторезная цепь у которых позволяет настраивать значения шага винтового движения в диапазоне, определяемом значениями шага круговых винтовых поверхностей роторов.

качественным показателям соответствует строительному пигменту "охра". Цвет непрокаленных сухих отходов - желтовато-оранжевый.

С учетом того, что соли кальция, магния и железа разлагаются при температуре 350 - 800 °С, отходы прокаливали в печи при постоянной температуре 1000 °С в течение получаса. Цвет прокаленных отходов темно-красный. Содержание оксида трехвалентного железа в прокаленных отходах изменялось в пределах от 60 до 80 %, что по качественным показателям соответствует строительному пигменту "сурик". Размер частиц прокаленных отходов составил от 50 до 150 мкм. Потери при прокаливании колебались в пределах 30 %.

В шламе Могилевского водозабора не отмечено превышения содержания цинка по сравнению с требованиями санитарных норм. Содержание кадмия, сурьмы, висмута, мышьяка, вольфрама, таллия, германия, хрома, ванадия и др. металлов незначительно, т. е. не превышает предела чувствительности метода анализа. Поскольку содержание перечисленных тяжелых металлов в отходах не превышает допустимых санитарных норм, это дает возможность использовать их при производстве строительных материалов.

Исследования, проведенные на кафедре «Строительные конструкции, здания и сооружения» университета показали, что с учетом требований, предъявляемых к пигментам, пигменты для окраски бетона не должны вступать в реакцию с цементом и выцветать под действием света и погодных явлений; пигменты должны быть устойчивы по отношению к агрессивной среде, создаваемой сильнощелочным цементным вяжущим; пигменты не должны растворяться в воде. Неорганические отходы станции обезжелезивания можно эффективно использовать в качестве пигментов при производстве строительных материалов, например цветной тротуарной плитки.

Небольшое количество пигмента в общем объеме смеси (около 1...5 % от массы цемента), высокая дисперсность пигмента при наличии в нем значительного количества агрегированных частей вызывают необходимость равномерного распределения пигмента в цементно-песчаной смеси. Обычно применяемая подача пигментов разовыми порциями приводит к недостаточной однородности распределения пигмента и, как следствие, к образованию дефектов на поверхности готовых изделий: раковин, выкрашиваний, неоднородности цветного тона.

Повышение однородности распределения красителей для бетона позволяет не только повысить качество изделий (в первую очередь, сопротивляемость истиранию и водопоглощению) и их внешний вид, но и сократить расход пигмента для достижения заданной интенсивности цветного тона.

УДК 667.633
СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПИГМЕНТОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ
МАТЕРИАЛОВ

В.С.МИХАЛЬКОВ, Т.В.МАТВЕЕНКО, *Д.В.МИХАЛЬКОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*Государственное учреждение образования
«ИНСТИТУТ ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ»
МЧС РБ

Могилев, Борисов, Беларусь

Вода, подающаяся городским потребителям (как населению, так и предприятиям), предварительно очищается от солей жесткости и минеральных примесей на водоочистительных станциях. При этом образуются неорганические отходы (шлам с полей фильтрации), снимаемые с фильтров на станциях обезжелезивания. На станциях обезжелезивания, собирающих шлам с полей фильтрации, накапливается большое количество отходов, содержащих соли железа и др. металлов. Присутствие железа в воде значительно ухудшает ее органолептические показатели, вода приобретает окраску, мутнеет и становится непригодной для бытовых нужд. Железо, содержащееся в воде, не усваивается организмом и является для него токсичным загрязнителем, оказывающим раздражающее действие на слизистые оболочки и кожу, вызывающим аллергические реакции и стимулирующим развитие гемохроматоза. Поэтому использование железистых вод для хозяйственно-питьевых нужд населения возможно только после очистки воды от компонентов железа, содержание которых превышает установленные нормы.

Периодически на водозаборах производят чистку емкостей, и накопившийся шлам сливают в специальные отстойники. Один раз в 2 - 3 года отстойники освобождают от шлама и вывозят его на свалку. В результате непроизводительно используется техника и ухудшается экологическая ситуация. На некоторых водозаборах шлам не собирают, а периодически сбрасывают в реку, что приводит к заилению и обмелению рек.

На водозаборах только г. Могилева ежегодно образуется до 20 т отходов. До настоящего времени в Республике Беларусь не разработана технология комплексной утилизации отходов водоочистительных станций.

Отходы водоочистительных станций в естественном состоянии представляют собой влажную массу коричневого цвета, содержащую до 50 % влаги.

В пересчете на Fe_2O_3 , содержание оксида трехвалентного железа в шламе станций водозабора г. Могилева составляет около 20 %, что по ка-

Формообразование эксцентрично расположенной производящей окружности возможно по различным схемам, из которых более просты в реализации следующие две. По первой из них окружность формируется вращательным движением вокруг оси, проходящей через ее центр. Практически эта схема реализуется вращающейся резцовой головкой, вершины резцов которой (или одного резца) расположены на окружности, радиус которой равен радиусу производящей окружности круговой винтовой поверхности. Резцовая головка устанавливается на поперечном суппорте станка (например, токарно-винторезного, шлицефрезерного), перемещением которого в радиальном направлении обеспечивается настройка эксцентриситета круговой винтовой поверхности. Головка оснащается приводом для сообщения резцам вращения со скоростью резания. Недостатком данной схемы является необходимость оснащения станка резцовой головкой.

По второй схеме производящая окружность круговой винтовой поверхности формируется двумя согласованными движениями, например вращательным и возвратно-поступательным. Требуемое соотношение скоростей этих движений может быть обеспечено механизмом-построителем или программными средствами, например системой ЧПУ. Наиболее просто данная схема реализуется на токарно-затыловочных станках благодаря наличию механизма профилирования кулачкового типа, задающего требуемую функциональную взаимосвязь вращения шпинделя и возвратно-поступательного движения каретки в радиальном направлении. Для обеспечения этой взаимосвязи, с целью формирования траектории относительного движения в виде окружности, требуется кулачок соответствующей формы.

Преимуществом данной схемы профилирования кроме простоты реализации является широкая универсальность, так как указанными движениями могут быть сформированы различные замкнутые линии. Это позволяет обрабатывать на станке не только круговые, но и каналовые винтовые поверхности с иным профилем. Кроме того, на станке по единой схеме возможна обработка как наружных, так и внутренних каналовых винтовых поверхностей. Ее недостатком является ограниченная производительность обработки из-за возвратно-поступательного перемещения исполнительного органа с частотой, равной частоте вращения шпинделя.

Данная схема положена в основу кинематической структуры станка для обработки круговых винтовых поверхностей (патент РБ № 4118), реализованной при модернизации токарно-затыловочного станка модели 1Б811. Благодаря этому решена задача производства по заказам промышленности роторов в качестве запасных частей винтовых насосов технологического оборудования.

УДК 621.787
КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОГРЕССИВНЫХ
ДВУХРЯДНЫХ МАГНИТНО-ДИНАМИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ

А.М.ДОВГАЛЕВ, С.А.СУХОЦКИЙ

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

Конструкции магнитно-динамических инструментов зависят от типа производства, в котором они используются, вида упрочняемой поверхности детали и их технологического назначения.

Одним из направлений усовершенствования метода МДУ является создание двухрядных магнитно-динамических инструментов для обработки валов, отверстий, плоских поверхностей, обеспечивающих интенсификацию процесса упрочнения и создание стохастического или регулярного рельефа с оптимальными характеристиками.

Для поверхностного пластического деформирования внутренней поверхности втулок на станках сверлильно-фрезерно-расточной группы в условиях серийного производства предназначено устройство, в состав которого входят: корпус, шток, источник магнитного поля с осевой намагниченностью, две кольцевые камеры для размещения шаров-ударников и деформирующих элементов, регулируемый конус, пружина возврата, блок с дисками из магнитопроводного материала, оправка.

Оправку закрепляют в шпинделе станка. Шпинделю сообщают вращение и перемещают с подачей в осевом направлении. Вращение диска обеспечивает движение шаров-ударников вдоль кольцевой камеры и их периодическое взаимодействие с деформирующими элементами. Деформирующие элементы осуществляют упрочнение поверхности втулки. Данное устройство легко переналаживается на другой типоразмер обрабатываемых деталей, отличается простотой, надежностью и безопасностью.

Высокопроизводительный инструмент для упрочняющей обработки плоских поверхностей включает: оправку, корпус, две кольцевые камеры для размещения шаров-ударников и деформирующих элементов, внутреннее и наружное кольца, источник магнитного поля в виде постоянного магнита. Инструмент имеет механизм сообщения деформирующим элементам осевых колебаний, выполненный в виде постоянного магнита, двух стаканов с фланцами и кольцевого концентратора магнитного поля.

Инструмент закрепляют в шпинделе станка и подводят к детали, обеспечивая зазор между его торцем и обрабатываемой поверхностью. Шпинделю сообщают вращение, а детали – движение подачи. При вращении инструмента механическая энергия вращения оправки посредством магнитного поля передается шарам-ударникам. Шары-ударники, переме-

Глинистые минералы представлены монтмориллонитом с примесью хлорита (8...20,2 %). Терригенный материал представлен в основном чешуйками слюды (мусковита, глауконита) - около 5 %, зернами кварца и полевого шпата (1-2 %).

Механизм действия этой гидравлически активной минеральной добавки в основном обусловлен ее химическим взаимодействием с известью, образующейся в результате гидролиза С3S при гидратации цемента. При этом, в основном, образуются низкоосновные гидросиликаты кальция типа С-S-H (В), гидроалюминаты- и гидроферриты кальция, которые увеличивают гелевую составляющую цементного камня, улучшают прочностные и деформативные свойства бетона.

Пуццоланический эффект действия тонкодисперсных добавок в бетонах проявляется в химическом взаимодействии активного кремнезема с известью по схеме



Т. к. дисперсность частиц добавки трепела соизмерима с размерами зерен цемента, наблюдается пластифицирующий эффект, проявление которого повышается с увеличением (до оптимального) количества вводимой добавки. Образование гидросиликатов кальция обеспечивает повышение плотности и прочности цементного камня и, соответственно, бетона и раствора за счет вовлечения активной части добавки в формирующуюся структуру цементного камня.

Вместе с этим, уменьшение свободной гидроокиси кальция в структуре цементного камня способствует повышению коррозионной стойкости бетона к коррозии I-го вида — выщелачиванию и коррозии II-го вида — химической коррозии, так как исключает образование легкорастворимых гидроксидов магния, натрия и др.

Таким образом, введение химически активной минеральной добавки-наполнителя способствует не только сокращению расхода цемента, но и повышению коррозионной стойкости бетона, что свидетельствует о технической и экономической эффективности использования добавок в бетонах и растворах.

Создание высококачественных бетонов и растворов требует высокой культуры производства, как на стадии приготовления бетонных смесей, так и в процессе строительства объектов. Новая технология бетона и железобетона требует нового мышления, поэтому при возведении уникальных сооружений и ответственных конструкций необходимо научное сопровождение.

Проблемой разработки и поиском новых видов эффективных добавок занимаются научно-исследовательские институты во всех странах. Как показала строительная практика, использование добавок позволяет получать ощутимый технико-экономический эффект и повышать долговечность бетонных и железобетонных конструкций и инженерных сооружений, возводимых как из сборного, так и монолитного бетона. Вводимые в небольших количествах - десятых и сотых долях процента от массы цемента — они существенно влияют на химические процессы твердения цемента и бетона, обеспечивая повышение его технологических, и улучшение комплекса физико-механических свойств.

УДК 691.32
ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОПРОЧНОГО БЕТОНА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ТРОТУАРНОЙ ПЛИТКИ

В.С.МИХАЛЬКОВ, Е.Е.КОРБУТ, О.Ю.ШЕЙДА
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Бетон третьего тысячелетия — это модифицированный бетон. Основными модификаторами бетонов и растворов служат добавки различной природы. Использование добавок определенного качества и в оптимальном количестве позволяет сознательно управлять процессами структурообразования и создавать высокофункциональные бетоны. Такие бетоны обладают высокой прочностью (более 100 МПа), морозостойкостью (F400 и выше), водонепроницаемостью (W12 и выше), высокой био- и химической стойкостью. По прогнозам японских исследователей срок службы бетонов «нового поколения» — около 500 лет.

Тонкомолотые минеральные добавки, в зависимости от их состава, химической активности и преобладающего механизма действия, могут быть неактивные — добавки-наполнители, играющие только микронаполняющую роль и активные, обладающие самостоятельной или скрытой гидравлической активностью или пуццоланическим действием (добавки-наполнители или добавки-заменители части цемента).

Рассмотрим механизм действия активной минеральной добавки естественного происхождения, находящейся в тонкодисперсном состоянии (измельченной до тонкости помола цемента) и состоящей в основном из аморфного кремнезема (SiO_2 более 50 %), обладающей гидравлической активностью (пуццоланическим действием).

В качестве сырья для получения активной минеральной добавки-наполнителя будем использовать породу вулканического происхождения - трепел месторождения Стальное Могилевской области, который является сложным полиминеральным образованием, состоящим из пяти тонко перемешанных фаз: опал-кристобалита, рентгеноаморфного опала, цеолитов, кальцита и монтмориллонита.

Опал-кристобалит (SiO_2 с примесью H_2O в опаловой части) один из основных породообразующих минералов, представляющий собой структурно неупорядоченную форму низкотемпературного кристобалита. Распределение опал-кристобалита в породе неравномерно и по данным рентгеновского количественного анализа составляет 9,5-40 %.

Рентгеноаморфный опал ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) дополняет опал-кристобалит в кремнеземной составляющей породы. Суммарное содержание кремнеземных минералов в породе изменяется от 35-41 %.

Цеолиты являются постоянной составляющей пород месторождения, их содержание колеблется от 12,4 % до 20,2 % и распределяются в породе достаточно равномерно.

Кальцит (CaCO_3) представлен мельчайшими кристалликами неправильной формы и их микроагрегатными скоплениями размером 1-20 микрон. Основная часть зерен кальцита - обломки и остатки скелетов известкового наннопланктона. Кальцит в породе присутствует постоянно, содержание его изменяется от 15 до 34 %.

щаяся вдоль кольцевой полости, ударяют по выступающим в кольцевую полость деформирующим элементам, расположенным в зоне кольцевого концентратора магнитного поля на определенном расстоянии от обрабатываемой поверхности. Деформирующие элементы смещаются в направлении действия силы и сталкиваются с поверхностью упрочняемой детали. Столкнувшись с деталью, деформирующие элементы часть своей энергии расходуют на пластическое деформирование поверхностного слоя, затем отражаются от поверхности и притягиваются к кольцевым концентраторам магнитного поля. Далее циклы взаимодействия шаров-ударников с деформируемыми элементами и деформирующих элементов с обрабатываемой поверхностью повторяются.

Инструмент для отделочно-упрочняющей обработки плоских поверхностей с созданием смещающегося в окружном направлении магнитного поля снабжен оригинальным приводом перемещения шаров-ударников. Инструмент включает: корпус, стакан, диск, цилиндрические постоянные магниты с осевой намагниченностью, две кольцевые камеры для размещения шаров-ударников и деформирующих элементов. В диске выполнено четное количество осевых отверстий с одинаковым угловым шагом, в которых установлены цилиндрические магниты с последовательным чередованием полюсов S и N. Диск находится над кольцевой камерой, а продольная ось магнитов проходит через ось симметрии кольцевой камеры. Инструмент снабжен устройством замыкания полюсов смежных магнитов, выполненным в виде держателя и магнитопроводных пластин.

Деталь базируют на столе станка. Корпус инструмента жестко соединяют с неподвижной бабкой. Держатель закрепляют в шпинделе станка. Шпиндель вращает держатель с магнитопроводными пластинами, которые производят последовательное замыкание полюсов S и N смежных магнитов. В кольцевой камере с шарами-ударниками образуются периодически чередующиеся области магнитного поля с максимальной и минимальной напряженностью, смещающиеся в направлении вращения пластин. В результате полученное вращаемое магнитное поле перемещает шары-ударники вдоль кольцевой камеры инструмента. Шары-ударники периодически ударяют по деформирующим элементам, которые и осуществляют пластическое деформирование поверхности детали.

УДК 621.9.01
МЕТОДЫ И СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ РЕЖУЩИХ
ИНСТРУМЕНТОВ ПО СИЛОВЫМ И ВИБРАЦИОННЫМ ПАРАМЕТРАМ

А.В. ДРАГАН, В.А. СОКОЛ
Учреждение образования
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Брест, Беларусь

Современный уровень машиностроительных производств обуславливает необходимость развития и активного внедрения средств автоматизации различных этапов производственного процесса, в том числе контроля и мониторинга технического состояния режущих инструментов и элементов станочных систем. Своевременное установление дефектов или степени износа режущего инструмента позволяет в нужный момент вывести его из работы, тем самым не допустив поломки, что облегчает повторную заточку, приводит к экономии инструментального материала и увеличению срока службы режущего инструмента. Для решения задач мониторинга и диагностики инструментальных и технологических систем, необходимо обладать четким представлением о взаимосвязи их конструктивных и качественных параметров с физическими процессами, возникающими в процессе их работы.

В качестве метода оценки в последнее время чаще всего используется косвенный контроль за состоянием элементов станочных систем и режущего инструмента, основанный на определении уровня и закономерностей изменения сил резания и вибраций, возникающих в процессе обработки и позволяющих с достаточно высокой достоверностью судить об изменении состояния как режущего инструмента, так и технологической системы в целом.

Однако практическое решение данной задачи невозможно без качественных измерительных средств. Приведенные аспекты обусловили развитие данного направления в Брестском государственном техническом университете (БрГТУ) путем концентрации усилий, как на дальнейшем совершенствовании теоретической базы, так и создании современного комплексного аппаратно-программного оснащения для исследования и диагностики технологических систем.

Для проведения исследований динамических явлений в технологических системах в БрГТУ совместно со специалистами БГУ разработан аппаратно-программный комплекс. По своим технико-метрологическим характеристикам комплекс соответствует новейшим разработкам в области вибрационного и динамического анализа, а ряд его оригинальных функций по обработке измерительных сигналов позволяют осуществлять комплексную диагностику и детальное изучение процессов, происходящих в инструмен-

Можно утверждать, что для обеспечения надежной и пожаробезопасной эксплуатации штукатурных систем с полистирольным утеплителем следует выполнять окантовки оконных (дверных) проемов и поэтажные противопожарные пояса из негорючих минераловатных плит.

Роль поэтажных противопожарных поясов и окантовок оконных (дверных) проемов из негорючих минераловатных плит заключается в следующем:

- пояса и окантовки обеспечивают крепление декоративно-защитной штукатурки систем утепления на фасаде здания при тепловом воздействии пожара, учитывая низкую температуру начала усадки (85 °С) и плавления (240 °С) пенополистирола;

- наличие горизонтальных поэтажных минераловатных рассечек препятствует распространению внутри системы продуктов термодеструкции, и тем самым ограничивает область усадки пенополистирола внутри фасадной системы;

- все минераловатные элементы окантовки оконных (дверных) проемов обеспечивают не разрушаемость штукатурной системы в этой самой напряженной в тепловом отношении области фасада здания при условии правильного выполнения примыкания штукатурной системы к оконным (дверным) проемам.

При отсутствии поясов пожарная опасность подобных систем существенно возрастает и возможна реализация второго явления (разрушения защитной штукатурки), особенно при применении так называемых полимерных штукатурок, которые содержат до 14 % по массе, а иногда и более, полимеров. Полимерные декоративно-защитные штукатурки при нагревании до температуры, превышающей 240-260 °С, могут переходить в пиропластичное состояние, сопровождающееся снижением прочностных свойств и разрушением под действием собственной массы.

Это подтвердили и натурные огневые испытания систем утепления с применением пенополистирольных плит с группой горючести Г4, проведенные научно-исследовательским институтом пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций.

С устройством противопожарных поясов наблюдалось выгорание образца испытаний на 100 % в глубину на площади 4,3 м²; выгорание образца испытаний на 50 % в глубину на площади 3,8 м². Общая сумма площади повреждения составила 26,5 %.

Без противопожарных поясов получены другие результаты - выгорание образца испытаний на 100 % в глубину на площади 21,9 м²; выгорание образца испытаний на 50 % в глубину на площади 2,6 м². Общая сумма площади повреждения составила 80,3 %.

УДК 614.841.332

НЕОБХОДИМОСТЬ РАССЕЧЕК ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МНОГОСЛОЙНЫХ ОБЛИЦОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.С.МИХАЛЬКОВ, Е.Е.КОРБУТ, *Д.В.МИХАЛЬКОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*Государственное учреждение образования

«ИНСТИТУТ ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ»

МЧС РБ

Могилев, Борисов, Беларусь

Решение проблемы энергосбережения играет немаловажную роль в укреплении экономики Республики Беларусь. Одним из путей решения данной проблемы является утепление наружных ограждающих конструкций, тем самым, снижая стоимость строительно-монтажных работ.

Рассматриваемая проблема приобрела особую актуальность в последнее десятилетие с началом активного применения в строительстве утеплителей, в первую очередь, полимерных, которые по своей химической природе являются пожароопасными материалами. Это, прежде всего, относится к легким штукатурным системам утепления, в которых в качестве утеплителя стали использовать пенополистирол и некоторые виды пенополиуретанов, а также к так называемым вентилируемым фасадам в конструкции которых входят многослойные панели либо металлические листы с полимерным покрытием.

Главным с точки зрения пожарной опасности штукатурных систем, в которых в качестве утеплителя использован плитный пенополистирол, является их потенциальная способность содействовать распространению пожара (его перебросу) на расположенные выше этажи здания, если пламя выходит на фасад здания.

Особую опасность представляет выделение газообразных стиролов образующихся при термической деструкции полистирола под воздействием огня на фасадную систему. Часть выделившихся газов, диффундируя через слой штукатурки, попадает в факел пламени и сгорает, что значительно усиливает мощность теплового потока и его высоту, способствуя тем самым, сокращению времени до разрушения остекления вышерасположенного этажа и распространению пожара на этот этаж.

Другим немаловажным проявлением пожарной опасности этих систем является разрушение декоративно-защитной штукатурки при пожаре на большой площади, в результате чего в условиях свободного доступа кислорода воздуха к пенополистиролу происходит его возгорание с большим выделением тепла.

тальных и станочных системах при обработке резанием. Комплекс позволяет проводить измерения по нескольким независимым каналам и обработку по стандартным и оригинальным алгоритмам параметров виброускорений и сил резания методом тезометрирования. При этом в синхронном режиме фиксируются вибрационные процессы от квазистатических до высокодинамичных, которыми характеризуется процесс резания.

В качестве первичных преобразователей при проведении экспериментальных исследований использованы тензорезисторы типа КФ с номинальным сопротивлением 200 Ом, которыми оснащались упругодеформируемые под действием возникающих сил резания поверхности токарного проходного упорного резца с пластиной из твердого сплава Т15К6, и пьезоэлектрический акселерометр модели АР-98 для измерения вибраций. Исследования производились на станке 16К20 при обработке заготовки из стали 35 при различных режимах резания. Применение разработанной системы позволило не только зафиксировать средние значения возникающих при резании сил и общие уровни вибрации, что достижимо и практикуемыми средствами измерения, но также и качественные и количественные характеристики процесса резания. Получаемые характеристики четко отражают качественную картину процесса нагружения инструмента при механической обработке, его входа в контакт с заготовкой и выхода из него, а также резания в установившемся режиме работы. Так, например, на участке установившейся работы зафиксированы колебания силы и вибраций, вызванные явлением образования и срыва нароста, сопровождающимся периодическим изменением величины реального переднего угла инструмента, что приводит к соответствующему изменению условий резания и возникающих при этом сил и вибрационной активности. Изменение режимов резания в различных комбинациях позволило установить в исследуемых сигналах частотные и амплитудные закономерности процесса наростообразования, а также установить режимы, на которых эти колебания при установившейся работе минимальны. Подобные результаты могут иметь важное практическое значение при назначении режимов чистовой обработки материалов, учитывая взаимосвязь нароста на передней поверхности инструмента и шероховатости обработанной поверхности.

Также произведенные предварительные исследования процесса резания при токарной обработке позволили подтвердить высокую чувствительность отмеченных сигналов к изменению состояния инструмента в результате изнашивания рабочих поверхностей, установить новые и подтвердить ряд существующих закономерностей, а также расширить экспериментальную базу для формирования диагностических признаков состояния инструмента в результате его износа и повреждения.

УДК 621.865.8
РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ КОНТУРНО-ЦИКЛОВОЙ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ РОБОТОМ

А.А.ЖОЛОБОВ, А.М.ФЕДОРЕНКО

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

В качестве дальнейшего совершенствования материально-технической базы кафедры «Технология машиностроения» была рассмотрена возможность восстановления портального робота АЯЦМ 1.424.005. Данный робот предназначен для автоматизации операций загрузки-разгрузки механообрабатывающего оборудования, в частности токарных, шлифовальных полуавтоматов с числовым программным управлением.

В процессе предварительных проектных работ был произведен анализ общего технического состояния робота.

В результате была установлена исправность механических узлов робота: портала, привода каретки, модулей вертикального позиционирования; состояние пневмосистем было оценено как удовлетворительное - управляющие пневмоклапана и исполнительные органы исправны, пневмопровода частично отсутствуют или повреждены.

Несмотря на наличие и исправность основных электрических узлов робота и относительно удовлетворительное состояние механической части промышленного робота он не может быть подвергнут ремонту в связи с полным отсутствием системы управления. Так как система управления являлась разработкой 80-х годов прошлого века, была построена на устаревшей элементной базе и давно снята с производства, приобретение или восстановление ее не представляется возможным.

Имеющийся опыт разработки систем управления промышленными роботами (разработка и успешная реализация системы управления роботом РФ-202М в 2006 г.) позволяет утверждать о возможности и целесообразности создания системы управления роботом АЯЦМ 1.424.005.

Разрабатываемая система должна отвечать следующим требованиям: число одновременно управляемых координат – семь, по одной из них (оси каретки) должна быть предусмотрена возможность программного задания координат конечной точки позиционирования и скорости перемещений; наличие энергонезависимой памяти для хранения программного обеспечения операционной среды и управляющих программ; наличие развитого интерфейса пользователя, включающего дисплей отображения информации и клавиатуру, наличие интерфейса для связи с внешней персональной ЭВМ и другими устройствами и при всем при этом должен иметь невысокую стоимость.

В программе учитываются следующие основные факторы: человеческий, санитарные и строительные нормы и правила, экономический, характеристики осветительных устройств и приборов и т.д. Эти факторы имеют как прямые, так и обратные связи.

Для некоторых промышленных цехов: механического, инструментального, сборочного, гальванического с отделениями мойки, травления, полировки, покрытия, все данные для расчета искусственного освещения заложены в программе и пользователь вводит только строительный модуль и высоту здания.

При расчете естественного освещения определяется площадь световых проемов, учитывая санитарные требования освещенности и равномерности освещения.

Характеристики световых проемов могут задаваться пользователем или программа сама выбирает оптимальные значения параметров световых проемов, исходя из заданных условий работы, разряда зрительной работы, требований строительных норм и т.д.

Для некоторых помещений, условий зрительной работы, характеристик световых проемов невозможно обеспечить нормативную и равномерную освещенность. В этих случаях программой анализируются значения введенных параметров и предлагаются другие виды и способы освещения или предлагается уточнить значения вводимых параметров (параметры указываются).

Искусственное освещение рассчитывается для систем общего и комбинированного (общее и местное) освещения. В системе общего освещения расчеты выполняются для двух способов расположения светильников: равномерного и локализованного.

Выбор источника света в системах искусственного освещения проводится в зависимости от особенностей зрительной работы, требований цветопередачи, экономических требований и т.д. Для освещения помещений предпочтение отдается разрядным и энергосберегающим источникам света, как наиболее экономичным.

В последнее время все более широкое применение находят энергосберегающие лампы. Эти лампы дают значительную экономию электроэнергии (до 6 раз). Влияние энергосберегающих ламп на самочувствие и здоровье человека в настоящее время изучено недостаточно, и применение этих ламп должно быть обосновано.

Имеющееся в базе данных большое количество источников света и светильников, позволяет подобрать светильники с наименьшим расходом электроэнергии. Возможности программы позволяют использовать новейшие световые устройства.

Программа может быть использована как программа – лекция и позволяет рассчитывать все виды и способы освещения для промышленных зданий, жилых помещений, библиотек, читальных залов и т.д.

С.В.МАТУСЕВИЧ, Е.В.ЖАРАВОВИЧ, Д.А.АВТУШЕНКО

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

Правильно выполненная освещенность и целесообразно спроектированная система освещения способствуют росту производительности труда, уменьшению брака, сокращению травматизма и дает большую экономию электроэнергии. Поэтому расчетам освещения и правильному устройству осветительных установок уделяется серьезное внимание как одной из составляющих энергосбережения.

К освещению предъявляются жесткие требования. Основными требованиями к освещению: обеспечение нормативной и равномерной освещенности, не должны создаваться прямая и отраженная блескость, отсутствовать резкие тени, максимально приближаться к солнечному по распределению яркостей, контрасту светотени и в тоже время как естественное так и искусственное освещение, должны быть выполнены с наименьшими экономическими затратами, отвечать требованиям правильной цветопередачи.

На кафедре «Безопасность жизнедеятельности» университета разработана программа для расчета освещения на ПК с оптимальными параметрами и с минимальными затратами электроэнергии.

Программа позволяет рассчитывать естественное, искусственное и совмещенное освещение.

Расчет естественного освещения производится для помещений с односторонним боковым, двусторонним боковым, верхним и комбинированным (боковое и верхнее) освещением.

Искусственное освещение рассчитывается для общего освещения помещений с равномерным расположением светильников и сосредоточенным или отдельным положением каждого светильника (локализованное), а также комбинированное (общее и местное освещение).

При расчете совмещенного освещения рассчитывается естественное и искусственное освещение с учетом санитарных и строительных норм и правил.

В системе расчета комбинированного освещения рассчитывается местное освещение светильниками, расположенными непосредственно у рабочих мест и светильниками общего освещения, что значительно уменьшает расход электроэнергии и эксплуатационные расходы. Кроме того, местное освещение может быть выключено в моменты остановки работ, а также позволяет изменить направление светового потока, высоту.

Проектируемая система строится по модульному принципу и включает следующие основные узлы:

– блок питания ориентировочной мощностью 300 Вт, обеспечивающий получение следующих выходных напряжений: 60 В – питание двигателя привода каретки; 27 В – питание электромагнитных клапанов, 5 В – питание системы управления;

– контроллер двигателя привода каретки, выполняющий следующие основные функции: прием и дешифрацию информации поступающей от контроллера центрального модуля управления; накопление и хранение информации о текущем положении каретки, посредством обработки данных поступающих из датчика положения, а так же концевых датчиков; вычисление требуемого направления и скорости перемещения каретки и преобразование результатов расчета в управляющие электродвигателем импульсы; прогнозирование инерционных и динамических свойств привода с последующим расчетом точки начала торможения при выходе в заданные координаты;

– центральный модуль управления – должен осуществлять: обслуживание и организацию канала передачи данных для связи с ПЭВМ, контроллером двигателя привода каретки и пультом управления; тестирование исправности узлов робота; организацию адресного пространства для хранения управляющих программ пользователя, дешифрацию и исполнение управляющих программ как в автоматическом режиме так и в режиме наладки (пошаговое исполнение, режим обучения); отслеживание состояния модулей линейного и кругового позиционирования схватов робота посредством обработки информации поступающих с концевых датчиков; расчет и генерация, в соответствии с исполняемой программой, импульсов управления пневмоклапанами и пневмораспределителями;

– пульт программного управления – предназначен для организации обмена информацией между оператором и системой управления роботом, обеспечивает: организацию клавиатурного интерфейса; чтение и обработку информации получаемой посредством клавиатуры; визуализация и отображение текущей информации на дисплее; передача (прием) данных поступающих на (из) центральный модуль управления; ввод и редактирование управляющих программ, проверка синтаксиса в соответствии с правилами записи и структурой языка программирования; должен иметь возможность автономного функционирования для обеспечения ввода и отладки программ параллельно с работой робота в автоматическом цикле.

Исходя из приведенной структуры разрабатываемая система является мультипроцессорной, по типу управления является комбинированной.

УДК 621.81:519.8
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЯМОБОЧНЫХ ШЛИЦЕВЫХ
СОЕДИНЕНИЙ

А.А.ЖОЛОБОВ, К.А.ШАЛЫЖИН

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

Прямобочное шлицевое соединение является весьма привлекательным с конструкторской точки зрения соединением. Оно обладает относительно простой геометрией, приспособлено к передаче крутящего момента и центрированию втулки по своим поверхностям, имеет возможность осевого смещения втулки. Однако эти характеристики могут быть утрачены при изготовлении соединения. Возникают проблемы с собираемостью, образуются погрешности центрирования, отсутствует равномерность передачи нагрузки шлицами соединения. Эти недостатки особенно наглядно проявляются при изготовлении ответственных по требованиям точности соединений. Таким образом, с технологической точки зрения шлицевое соединение теряет указанную привлекательность. Определённые трудности изготовления соединения обусловили расширение ряда технологий обработки и сборки, направленных на их преодоление.

При обработке шлицев червячной фрезой относительная сложность процесса обката и сложность его силовой схемы, наряду с высокими требованиями норм точности на элементы шлицевой поверхности и на поверхность в целом, обуславливают возникновение погрешностей с величинами превышающими допустимые. Наиболее ощутимо возникновение таких погрешностей в технологических системах со сниженной в процессе эксплуатации жёсткостью установочных элементов станка и инструмента. Так же весомое влияние оказывают жёсткостные характеристики заготовки и инструмента. В связи с этим является актуальным управление балансом упругих перемещений технологической системы, который позволит ещё на этапе подготовки технологии в каждом конкретном случае прогнозировать качество шлицевой поверхности.

В связи с этим были проведены исследования шлицефрезерования червячной фрезой, на основании которых разработана математическая методика определения баланса упругих перемещений технологической системы. Основное отличие данной методики состоит в комплексном учёте исходных данных о состоянии технологической системы, а также в способах определения воздействия её погрешностей на формообразование шлицевого вала. Кроме того разработана методика компьютерного конечно-элементного моделирования деформаций в технологической системе шли-

этом изменялась в пределах от 1700 до 850 кг/м³, причем плотность прессованных образцов оказалась на 18-25 % выше, чем у образцов, выполненных литьем.

Образцы, размером 40x40x160 мм, испытывались на статический изгиб и сжатие согласно СТБ ЕН 196-1-2000 «Методы испытания цемента. Часть 1. Определение прочности». Предел прочности на растяжение при изгибе и модуль продольной упругости определялись в пластинах, размером 10x40x160 мм, согласно СТБ 1374-2003 «Плиты облицовочные бетонные. Технические условия». Ударная вязкость определялась на прессованных образцах, размером 70 × 25 × 10 мм, согласно СТБ 1542-2005 «Листы цементные композиционные безасбестные. ТУ», ГОСТ 8747-88 «Изделия асбестоцементные листовые. Методы испытаний».

Основное внимание в данной работе уделялось исследованию закономерностей, связывающих прочностные и упругие свойства АСМ-фибробетонов с содержанием неметаллической фибры. Количественно определена интенсивность нарастания прочности при добавлении в состав фибры.

Прочность на сжатие увеличилась на 45 % при добавлении 10 г полиакриловых волокон в бетон следующего состава: 1000 г - портландцемент М500, 330 г - микросферы, 45 г – виннанас, 5 г – суперпластификатор Peramin FP (SMF-10), 45 г - пигмент.

Оказалось, что при большей плотности бетона, т.е. при большем удельном содержании цемента, рост прочности от дисперсного армирования происходит более интенсивно. Так при плотности бетона в 1440 кг/м³ добавление 1 % полиакриловой фибры увеличивает прочность на растяжение при изгибе в 2,1 раза; при плотности бетона в 1200 кг/м³ добавление 1 % фибры увеличивает прочность в 1,8 раза. Прессованные образцы со стеклянной фиброй испытывались на изгиб небольшой партией с разным содержанием микросфер в смеси. Поэтому влияние фибры определялось по прочности, приходящейся на единицу веса образца. Скорость нарастания удельной прочности при добавлении 1 % фибры составила 30-36 %.

С увеличением концентрации фибры рост ударной вязкости происходил практически линейно. Ударная вязкость на 1% армирования возросла для полиакриловой фибры в 2,5 раза при плотности бетона 1440 кг/м³; для стеклянной фибры – в 1,3 раза при средней плотности бетона 1260 кг/м³.

Модуль упругости исходного состава без фибры при плотности 1440 кг/м³ составил 10-10,3 ГПа. При добавлении 0,7 % полиакриловой фибры модуль упругости составил 11,63 ГПа. Полиакриловая фибра по отношению к АСМ-бетону является сренемодульной, поэтому результирующая модульность фибробетона будет зависеть не только от содержания фибры, но и от комплекса химико-технологических приемов, определяющих структуру материала и степень скрепления фибры и цементного камня.

УДК 691.32
ВЛИЯНИЕ ФИБРЫ НА ПРОЧНОСТНЫЕ И УПРУГИЕ СВОЙСТВА
ФИБРОБЕТОНОВ С ЗАПОЛНИТЕЛЕМ ИЗ МИКРОСФЕР ЗОЛ-УНОСА

И.А.ЛЕОНОВИЧ, А.А.ЛЕОНОВИЧ

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

Известно более 30 отечественных и зарубежных навесных фасадных систем, использующих в облицовочных слоях различных плитный материал, в частности легкий бетон мелкозернистой структуры. Для улучшения сопротивления материала этих изделий действию растягивающих напряжений в последние годы активно применяется дисперсное армирование неметаллической фиброй, органической или неорганической, сочетающей сравнительную легкость и высокую прочность. Хорошие эксплуатационные показатели получены в фиброцементных плитах «МИНЕРИТ» (Финляндия), имеющих удельный вес 1600 кг/м^3 . Такой бетон недешев, а отечественных аналогов пока нет. Мелкозернистые бетоны на заполнителе из песка при многих положительных качествах имеют существенный недостаток - большую среднюю плотность (от 2400 кг/м^3 и выше), что создает дополнительные или избыточные нагрузки на фундамент и стены.

В представленной работе в качестве заполнителя бетона применялись близкие по химическому составу к пеностеклогранулятам алумосиликатные микросферы, выделяемыми из зол-уноса ТЭС, российского производства. Микросферы зол-уноса ТЭС не обладают вяжущими свойствами, их коэффициент качества составляет от 0,45 до 0,65 единиц. В качестве гидравлического вяжущего использовался портландцемент 500 Д 2,0 и белый портландцемент М500. Водоцементное отношение бетонной смеси изменялось в пределах от 0,25 до 0,68 единиц в зависимости от метода изготовления образцов, содержания заполнителя, фибры и пластифицирующих добавок в составах.

В качестве армирующих элементов использовались: полиакриловые волокна Rісет длиной 8 мм и диаметром 15-17 мкм и стеклянные волокна длиной 12 мм и диаметром 10-20 мкм. Часть образцов выполнялась без добавления фибры для определения свойств матричного состава.

Варьируемыми факторами являлись: водоцементное отношение, содержание заполнителя, вид и содержание химических добавок, содержание армирующей фибры, способ изготовления образцов - прессование или литье. Содержание полиакриловой фибры составляло 0,7 %, 1 %, 1,5 % от массы сухой смеси, содержание стеклянной фибры составляло 2,7 %, 3,2 % и 4 % от массы сухой смеси. Определены оптимальные границы содержания микросфер в смеси для достижения требуемых механических свойств бетона: от 33 до 100 % от массы цемента. Средняя плотность бетона при

цефрезерования червячной фрезой, позволяющая определить прогибы обрабатываемого вала, деформации вызывающие возникновение его погрешностей. На основании реализации математической и компьютерной методики установлены формы зависимостей погрешностей шлицевой поверхности, подтвержденные проведенными экспериментальными исследованиями.

С точки зрения технологии сборки шлицевое соединение обладает относительно не простой геометрией. В общем, оно представляет собой комбинацию двух соосных цилиндрических и комплекса шпоночных соединений, связанных между собой. В зависимости от вида центрирования данные элементы по-разному взаимодействуют между собой. Наличие погрешностей шлицевых поверхностей может не только в корне изменить характер взаимодействия, но и привести к невозможности выполнения соединения. Основными путями решения указанной проблемы являются: отказ от шлицевого соединения в пользу других соединений, изменение геометрии соединения, усложнение конструкции соединения путём добавления дополнительных элементов, повышение точности шлицевого соединения. Однако указанные решения приводят либо к потере эксплуатационных свойств соединения, либо к удорожанию его изготовления на основе специальной или стандартной технологии. Поэтому является актуальной необходимость выявления наиболее значимых параметров прямогочного шлицевого соединения нормальной точности, определяющих его собираемость в процессе формирования и дальнейшую качественную эксплуатацию.

С целью решения указанной задачи была разработана методика определения собираемости прямогочного шлицевого соединения. Данная методика позволяет установить возможность и условия сборки шлицевого соединения и получить конкретные значения зазоров и натягов в его сопряжениях. При дальнейшем расчёте по методике эти величины используются для определения собираемости шлицевого соединения при приложении рабочей нагрузки – крутящего момента. В итоге устанавливаются значения перемещений и углов поворота вала относительно отверстия при замыкании каждого из зазоров в соединении. В рамках этой же методики установлены условия выбора допусков формообразующих поверхностей шлицевого соединения, позволяющие учитывать их погрешности, производить оптимальный выбор полей допусков и обеспечивать оптимальную комплектацию деталей соединения. Получены значения суммарных погрешностей в стандартных соединениях с различными способами центрирования, не ограничивающих собираемость. Применение связанного подхода к учёту погрешностей механической обработки и сборки шлицевых соединений позволяет повысить точность и экономичность их производства.

УДК 621.9
ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОБХОДА ДУГОВОГО УЧАСТКА
СКОРРЕКТИРОВАННОЙ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ
ТОКАРНОГО РЕЗЦА ПРИ ОБРАБОТКЕ НА СТАНКАХ С ЧПУ

А.В.КАЗАКОВ

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

При механической обработке в технологической системе возникают упругие деформации, которые снижают точность обработанных поверхностей. Расчёт деформаций позволяет получить набор точек $(Z_i; X_i)$ для каждого хода режущего инструмента. Чтобы компенсировать упругие деформации, возникающие в технологической системе, траектория движения режущего инструмента должна проходить через эти точки. Если перемещение режущего инструмента от точки к точке будет осуществляться по прямой, то в начальной точке прямой суппорт станка будет разгоняться, а в конечной - замедлять скорость перемещения для выполнения операции позиционирования. В этом случае суппорт станка будет перемещаться рывками, вызывая дополнительные колебания в технологической системе, что снизит точность механической обработки. Для того чтобы получить траекторию движения режущего инструмента не вызывающую дополнительных колебаний в технологической системе необходимо обеспечить плавный переход от точки к точке, т.е. перемещение режущего инструмента должно происходить по гладкой траектории. Так как дуга окружности является гладкой кривой (траекторией), а программный интерфейс систем ЧПУ поддерживает круговую интерполяцию, то в качестве перемещения от точки к точке целесообразно применять перемещение по дуге окружности.

Для построения дуги достаточно трёх точек. При использовании встроеного цикла круговой интерполяции G02(G03), требующего ввода конечной точки дуги и её радиуса, возникает необходимость определить радиус дуги по трём точкам, для определения всех параметров цикла круговой интерполяции.

Пусть заданы три точки с координатами $(Z_i; X_i)$, $(Z_{i+1}; X_{i+1})$, $(Z_{i+2}; X_{i+2})$, тогда центр дуги, проходящей через эти точки, будет лежать в точке пересечения серединных перпендикуляров к отрезкам, концы которых имеют координаты $(Z_i; X_i)$, $(Z_{i+1}; X_{i+1})$ и $(Z_{i+1}; X_{i+1})$, $(Z_{i+2}; X_{i+2})$.

Для того чтобы определить координаты точки пересечения серединных перпендикуляров составлена система линейных уравнений, описывающих эти прямые в системе координат станка. Каждое уравнение системы является уравнением прямой заданной вектором нормали и проходя-

УДК 625.7
ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА НА
РЕСПУБЛИКАНСКИХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

И.И.ЛЕОНОВИЧ, А.С.БОГДАНОВИЧ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Интенсивность движения транспортных средств на автомобильных дорогах и состав транспортного потока являются важнейшими показателями, характеризующими как транспортную работу, так и состояние дороги. От их значений зависят многие решения при проектировании, строительстве и содержании автомобильных дорог. В то же время внимание этим показателям уделяется явно недостаточно.

Нами проводятся исследования характеристик транспортного потока на республиканских автомобильных дорогах Республики Беларусь. В качестве исходной информации использованы данные учета, полученные в 2008 году 25 автоматическими счетчиками интенсивности движения, расположенными по всей территории республики.

По каждому счетчику получена следующая информация: интенсивность движения по классам транспортных средств, интенсивность по дням недели, среднесуточная интенсивность по классам, интенсивность движения по полосам, часовая интенсивность движения. Кроме того, отдельно изучались скоростной режим движения и средняя скорость движения по полосам.

Автоматические счетчики работают круглогодично и круглосуточно и выделяют в потоке 6 классов транспортных средств: мотоциклы, легковые автомобили, легковые автомобили с прицепом, грузовые автомобили, автопоезда, автобусы.

При обработке результатов проверялся ряд положений: о влиянии крупных городов на характер движения вблизи них, о распределении недельных и суточных пиков интенсивности движения и ряд других.

В частности установлено, что по всем учетным пунктам максимальная интенсивность движения имеет место в пятницу или в субботу, а существенное уменьшение интенсивности наблюдается в понедельник.

В составе транспортного потока по всем учетным пунктам преобладают легковые автомобили, которых от 1,5 до 7 раз больше, чем других классов транспортных средств. Вторым по численности классом в зависимости от учетного пункта являются автопоезда или грузовые автомобили.

Исследована также интенсивность движения в дневное и ночное время, и ее распределение по месяцам года.

1. Увлажнение минераловатных плит в среднем слое металлических панелей приводит к значительному снижению их упругих и прочностных характеристик.

2. При увлажнении утеплителя на 15 % происходит снижение прочности при сжатии на 25 %, а при увлажнении на 25 % - снижение прочности при сжатии на 34 %. Модуль упругости материала среднего слоя, при тех же величинах увлажнения, снижается на 12 % и 19 %, соответственно.

3. При увлажнении утеплителя на 15 % происходит снижение прочности панелей при сдвиге на 17 %, а при увлажнении на 25 % - снижение прочности при сдвиге на 30 %. Модуль сдвига материала среднего слоя, при тех же величинах увлажнения, снижается на 23 % и 31 %, соответственно.

4. При увлажнении утеплителя на 15 % происходит снижение величин критических напряжений подкрепленных средним слоем сжатых обшивок на 12 %, а при увлажнении на 25 % наблюдается снижение критических напряжений на 18 %.

5. Срок нахождения образцов в увлажненном состоянии и температура окружающей среды оказывают значительное влияние на изменения упругих и прочностных характеристик панелей.

6. Наблюдаемые при проведении экспериментальных исследований изменения упругих и прочностных характеристик панелей при увлажнении утеплителя свыше 10 % носят необратимый характер, что свидетельствует о повреждении структурных связей между отдельными волокнами в минераловатных плитах.

7. При транспортировании и хранении металлических панелей с утеплителем из минераловатных плит, монтаже ограждений зданий и сооружений из них необходимо строгое соблюдение мер по предотвращению увлажнения утеплителя атмосферными осадками. Особое внимание следует уделять герметизации стыков монтируемых панелей и мест примыкания к проемам.

8. Применение металлических панелей с утеплителем из минераловатных плит допустимо только в условиях исключаящих накопление влаги в утеплителе в процессе эксплуатации зданий (относительная влажность воздуха внутри помещений не должна превышать 60 %).

щей через известную точку. В качестве нормальных векторов приняты вектора $\vec{a}_{i,i+1}(Z_{i+1}-Z_i; X_{i+1}-X_i)$ и $\vec{a}_{i+1,i+2}(Z_{i+2}-Z_{i+1}; X_{i+2}-X_{i+1})$, а в качестве точек, через которые проходят прямые, приняты средние точки отрезков, концы которых заданы координатами $(Z_i; X_i)$, $(Z_{i+1}; X_{i+1})$ и $(Z_{i+1}; X_{i+1})$, $(Z_{i+2}; X_{i+2})$

Таким образом, получается гладкая траектория движения режущего инструмента, состоящая из дуговых участков, обеспечивающая компенсацию упругих деформаций технологической системы. Полученную траекторию будем называть – скорректированная траектория движения режущего инструмента.

Скорректированная траектория движения режущего инструмента содержит набор дуговых участков, обход которых может осуществляться как по часовой, так и против часовой стрелки (встроенные циклы круговой интерполяции G02, G03).

Для определения направления обхода дугового участка скорректированной траектории разработан следующий алгоритм.

Для дуги с центром в точке $C(Z^C; X^C)$, начальной точкой с координатами $(Z_i; X_i)$ и конечной точкой с координатами $(Z_{i+2}; X_{i+2})$ проводятся два радиуса соединяющие точку центра дуги с начальной и конечной точками соответственно (радиусы 1 и 2). Через начальную точку $(Z_i; X_i)$ дуги проводится прямая 3 перпендикулярная радиусу 1, а через точку $(Z_{i+2}; X_{i+2})$ прямая 4 перпендикулярная радиусу 2. Таким образом, получают две касательные к дуге (прямые 3, 4), проходящие через начальную и конечную точки дуги соответственно. Если точка P (точка пересечения прямых 3 и 4), с координатами $(Z^P; X^P)$, лежит ниже центра дуги $C(Z^C; X^C)$, то обход дуги осуществляется по часовой стрелке, а если выше – то против часовой стрелки, при условии, что угол α между прямыми 3 и 4 меньше 180 градусов. При угле больше чем 180 градусов условие обхода дугового участка траектории меняется на обратное. При угле α равном 180 градусов направление обхода не определено.

Таким образом, данный метод можно применять для разработки систем автоматической генерации скорректированной траектории движения резца для повышения точности механической обработки на токарных станках с ЧПУ.

А.В.КАПИТОНОВ

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

Экспериментальные исследования точности планетарных роликовых передач в сборе проводились на установках, разработанных на кафедре «Технология машиностроения». Измерения кинематической погрешности передач проводились в статике и при работе передачи.

Для оценки кинематической погрешности опытных образцов планетарных роликовых передач при их работе был использован стенд на базе информационно-измерительной системы. Стенд состоит из основания, на котором установлен приводной двигатель и электромагнитный тормоз с обмоткой управления. Испытываемая передача соединяется муфтами с двигателем, тормозом и стандартным преобразователем угловых перемещений типа ВЕ 178А, снабженным оптическим формирователем импульсов с числом отсчетов за оборот $N=2500$. Информация от преобразователя обрабатывается информационно-измерительной системой, выполненной в виде платы расширения ПЭВМ. Наличие электромагнитного тормоза дает возможность исследовать изменение кинематической погрешности передачи при различных нагрузках (постоянных, гармонических и случайных), моделирующих эксплуатационные условия.

Преобразователем при вращении ведомого вала формируется последовательность прямоугольных импульсов равной амплитуды, но различной скважности, связанной с наличием кинематических погрешностей и неравномерности частоты вращения вала. В силу того, что кинематические погрешности передачи интегрируются за каждый оборот ведомого вала, мерой неравномерности вращения вала является отклонение частоты следования импульсов от ее среднего значения. Последовательность импульсов, формируемая преобразователем угловых перемещений, вводится в информационно-измерительную систему и автоматически рассчитывается кинематическая погрешность передачи.

Экспериментальные исследования показали, что в спектре амплитуд кинематических погрешностей планетарных роликовых передач установлено три основных диапазона частот: низкочастотный, обусловленный погрешностями деталей ведомого звена; среднечастотный, характеризующий погрешности деталей ведущего звена; и высокочастотный, связанный с зазорами в зацеплении и дисбалансом ведущего звена. Для образцов редукторов кинематическая погрешность составила 30–60 угловых минут.

А.А.ЛЕВЧУК

Филиал РУП «Институт БелНИИС» – НТЦ
Брест, Беларусь

В СТБ 1808 нормируется влажность утеплителя (минераловатных плит) в трехслойных металлических панелях — не более 1 % по массе. На практике часто встречается более значительное увлажнение материала среднего слоя (до 30-40 % и даже до 100 %). Увлажнение утеплителя происходит при некачественной упаковке, нарушении правил транспортирования, хранения, монтажа панелей и эксплуатации ограждений из них.

Для определения влияния весовой влажности утеплителя на прочностные и упругие характеристики панелей проведены испытания серий образцов с различной степенью увлажнения материала среднего слоя. Исследования проводились на образцах, изготовленных из выпущенных ИП «Изобудпромстрой» и ООО «УниверсалСистем» панелей.

Прочность при сжатии и модуль упругости материала среднего слоя определялись в соответствии с СТБ 1740 на образцах размерами в плане 150×150 мм, высота образцов равнялась высоте поперечного сечения панелей. Разрушающее сжимающее усилие F_u определялось по максимальному сжимающему усилию при испытаниях F или равнялось сжимающему усилию при достижении 10 % линейной деформации образца (по высоте). Прочность и модуль упругости при сжатии определялись как среднее арифметическое всех результатов испытаний серии образцов (в каждую серию входило по семь образцов).

Прочность при сдвиге и модуль сдвига материала среднего слоя определялись в соответствии с СТБ 1740 испытанием серий образцов панелей длиной 1100 мм (в каждую серию входило по три образца). Ширина образцов равнялась ширине панелей. При испытаниях фиксировалось максимальное разрушающее усилие F_u в момент сдвига материала среднего слоя на опорах образцов.

Материал среднего слоя образцов контрольных серий перед испытаниями не увлажнялся. В остальных сериях утеплитель был увлажнен на 15 % и 25 %. Указанная влажность утеплителя в образцах поддерживалась в течение 10-20 суток, после чего проводились испытания. Дополнительно были проведены испытания на сжатие двух серий образцов, увлажненных на 15 % и 25 %, после их сушки до первоначальной влажности.

Проведенные экспериментальные исследования позволяют сделать следующие выводы.

входных величин необходимы величины пластического изгибающего момента и упругая жесткость (начальная жесткость) узла.

Зависимости упругой жесткости могут быть найдены теоретически, с учетом деформирования областей стыка. За критерий разрушения узла целесообразным является принять нагрузку, соответствующую образованию шарнира пластичности. Тем не менее, нет единого мнения каким образом определить разрушающую нагрузку. Kanatani предложил принять в качестве предельной нагрузку при которой жесткость узла становится равной одной трети начальной жесткости. Данное определение имеет недостаток в силу отличия работы «податливых» и «жестких» узлов. Наиболее приемлемым представляется предложенный критерий Manga, определивший в качестве максимальной пластической нагрузки значение изгибающего момента в точке максимальной кривизной экспериментальной кривой « $M - \varphi$ ». Величину пластического момента представляется возможным определить методом предельного равновесия в кинематической постановке задачи.

Полученные результаты теоретического определения прочности и деформативности «Т»-образных узлов имеет удовлетворительное согласование с результатами проведенных натурных экспериментальных исследований. Методика определения прочности и деформативности узлов может применяться при расчете рамных систем.

УДК 621.74
АНАЛИЗ МЕТОДОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ И
УПРАВЛЕНИЯ СМЕСЕПРИГОТОВЛЕНИЕМ

В.М.КАРПЕНКО, А.Ю.ЛЕПИХОВ
Учреждение образования
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. П.О.Сухого»
Гомель, Беларусь

Среди многочисленных методов производства литейной продукции технология изготовления отливок в песчаную форму наиболее распространена.

Основной причиной неудовлетворительного качества отливок считают нестабильность параметров смесей, применяемых при изготовлении формы. Стабильность состава и свойств смесей зависит от качества исходных материалов, металлоемкости залитых форм, общего количества смеси в системе, параметров и состава отработанной оборотной смеси, технологии ее подготовки и других факторов. При многономенклатурном производстве отливок существенно усложняются требования к регулированию состава и свойств формовочных смесей, выполнить которые в полном объеме без использования специального смесеприготовительного оборудования, средств контроля и управления, в том числе компьютеров и соответствующих программ, навыков работы персонала чрезвычайно трудно.

Смесеприготовительная система должна обеспечивать стабильность:

- в заданных узких пределах физико-механических и технологических свойств смеси;
- состава по всем компонентам, в том числе и образующихся в процессе ее оборотов неактивной мелочи, коксовых остатков, степени шамотизации зерновой основы;
- свойств используемых свежих исходных материалов - песка, бентонита, угольного порошка и др.;
- эффективность техпроцесса подготовки отработанной смеси и приготовления готовой.

Автоматизация системы управления и контроля процесса приготовления позволяет работать в режиме предупреждения возможности отклонений состава смеси и ее параметров. Визуализация процессов подготовки смеси и ее приготовления делает видимыми уровни наполнения систем и бункеров, результаты измерений на технологических этапах, степень загрузки оборудования, параметры и результаты анализов за определенный период, тенденции развития и прогнозы на ближайшее будущее.

Во многих существующих системах регулирование свойств смеси

производится одним, двумя или несколькими технологическими и физико-механическими параметрами (уплотняемость, формуемость, прочность на сжатие, срез и др.), остальные показатели лишь контролируются (температура, влажность и др.).

Существующие методы автоматизированного контроля и управления смесеприготовлением можно разделить на две большие группы: методы, в которых управление осуществляется по входным параметрам (система Lippke, разработки фирмы Diter, АСУ ТП смесеприготовления ВНИИТарматурой) и методы, в которых управление осуществляется по выходным параметрам (разработки фирмы Diter, разработки фирмы Georg Fischer, установка КМЦ (МАСИ (ВТУЗ-ЗИЛ), ЯЭМЗ)). В свою очередь вторую группу методов классифицируют по двум основным признакам: по степени прерывности контроля и характеру контролируемых свойств.

Наиболее совершенные системы регулирования свойств смеси в процессе ее приготовления контролируют как входные параметры, так и выходные, поддерживая заданный уровень выходных параметров в достаточно узких пределах. Современная система контроля процесса смесеприготовления должна включать в себя входной контроль свойств входящих материалов, постоянный контроль в процессе смесеприготовления и контроль смеси на выходе из смесителя.

Современные системы смесеприготовления способны не только оценивать качество, но и автоматически вносить соответствующие изменения как в дозировку компонентов смеси, так и в условия смесеприготовления (режимы перемешивания компонентов). Если это не осуществлять, то на высокопроизводительные формовочные автоматы будет поступать некачественная смесь, что, соответственно, приведет к изготовлению некачественных форм, следствием чего будет снижение производительности автоматических формовочных линий и повышение брака отливок.

Существующие в настоящее время системы контроля и управления процессом смесеприготовления - это, в основном, продукты импортных фирм, отличающиеся своей практически полной закрытостью и весьма высокой стоимостью. Кроме того, зачастую их невозможно «вписать» в отечественные системы смесеприготовления.

В связи с этим назрела острая необходимость в создании отечественных систем экспресс-контроля качества формовочных смесей и управления процессом смесеприготовления.

УДК 624.078.416:696.133
УЧЕТ ДЕФОРМАТИВНОСТИ БЕСФАСОНОЧНЫХ УЗЛОВ ПРИ
РАСЧЕТЕ РАМНЫХ СИСТЕМ

В.А.ЛЕБЕДЬ
филиал РУП «Институт БелНИИС» – НТЦ
Брест, Беларусь

При статическом расчете рамных систем для определения действующих усилий возникает необходимость в учете деформативности узлов. Принято различать три типа узлов: шарнирные, жесткие и деформативные (податливые). Действительная работа узлов характеризуется деформативностью, которая изменяется с увеличением действующих усилий. Начальная работа (момент включения в работу) узлов характеризуется начальной жесткостью или упругой жесткостью узлов. В качестве шарнирных узлов принято считать узловые соединения, не передающие изгибающих моментов существенно влияющих на работу рамной конструкции. Жесткими узлами называют узловые соединения, деформация которых не ведет к распределению усилий в рамной системе более чем на 5 %. Остальные узлы относятся к типу деформативных (податливых), деформативность узлов определяется в соответствии с зависимостью «момент - угол поворота» (далее по тексту « $M - \varphi$ »). Статический расчет рамных систем с узлами жесткими и шарнирными выполняется «вручную» либо расчетными комплексами реализующими, как правило, метод конечных элементов. Расчет рамных систем с деформативными узлами более сложен и трудоемок, может быть выполнен с привлечением специализированных расчетных комплексов. При учете деформативности узлов в ряде случаев целесообразным является задействовать итерационные процессы при реализации нелинейных зависимостей « $M - \varphi$ ».

Наиболее приемлемая классификация предлагаемая Eurocode 3. Однако для определения типа узлов возникает необходимость в экспериментальном либо теоретическом описании зависимости « $M - \varphi$ ». Далее при определении параметров приведенного изгибающего момента в узле \bar{M} и приведенного угла поворота $\bar{\varphi}$ - узел может быть классифицирован по описанному выше типам. Следует отметить, что предлагаемая классификация справедлива для рамных и рамно-связевых систем при соотношении жесткостей ригеля и стойки рамы более 0.1.

При описании зависимости « $M - \varphi$ » приемлемо применение функции Ramberga-Osgooda. Данная зависимость позволяет с удовлетворительной точностью описать нелинейную функцию « $M - \varphi$ », в качестве

обходимого и достаточного состава показателей такой оценки, методологическое единство в подходах к оценке технологичности.

Повышение проектной технологичности может достигаться только в процессе вариантного проектирования путем выбора из нескольких вариантов такого, удельная реализация которого будет наименьшей.

Внедрение научно-технического прогресса в строительное и ремонтно-строительное производство в большей степени обуславливается прогрессивностью и новизной технических решений, принимаемых в процессе проектирования. Данному вопросу надлежит уделять самое пристальное внимание особенно при вариантном проектировании, дающем возможность сопоставления новых проектных решений с традиционными, содержащимися в типовых проектах, в проектах-аналогах, альтернативных вариантах проектных решений.

В результате разработки новых проектных решений получение эффекта достигается только при рациональном и эффективном использовании всех видов ресурсов на всех стадиях строительного или ремонтно-строительного производства. Поэтому уж при разработке проектных решений необходимо уделять максимальное внимание комплексной оценке решений с учетом их технологичности, иными словами, обоснованию и выбору наиболее прогрессивных и эффективных методов производства работ, обеспечивающих снижение затрат по сравнению с другими вариантами решений. При таком подходе эффективность любого варианта принимаемого решения сопоставляется с эффективностью аналогичных по своему функциональному назначению технических решений, являющихся наиболее прогрессивными из числа ранее разработанных или полученных в результате проработки нескольких вариантов в процессе вариантного проектирования.

Своевременная и высококвалифицированная оценка технологичности проектных решений при вариантном проектировании зданий позволяет в процессе работы над проектно-сметной документацией осуществлять выбор рациональных вариантов из нескольких возможных, направив усилия разработчиков на доведение до завершения именно этих вариантов. По отобранному таким образом варианту, признанному наиболее рациональным, разрабатывается проектно-сметная документация, осуществляется дискретный выбор и оптимизация вариантов технологии и организации производства работ. Необходимо отметить, что при выборе оптимальных значений параметров технических и технологических решений в процессе вариантного проектирования большую роль играет правильное построение оптимизационных моделей для определения наиболее рациональных вариантов проектных решений.

Таким образом, можно сделать вывод, что повышение проектной технологичности и как следствие строительной технологичности достижимо только в условиях вариантного проектирования зданий.

УДК 621.74

РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СМЕСЕЙ

В.М.КАРПЕНКО, Е.В.ФИЛИПЕНКО

Учреждение образования

«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. П.О.Сухого»

Гомель, Беларусь

Разработанная установка относится к области литейного производства, в частности к установкам для контроля физико-механических свойств формовочных смесей.

Известна установка для автоматического контроля свойств формовочных смесей (А.с. 1458062 СССР), содержащая бункер для подачи смеси, желобчатый барабан, блок датчиков определения физико-механических свойств, приспособление для разрушения испытательного образца и приспособление для очистки желобчатого барабана от остатков формовочной смеси, кроме того, механизм формирования образца выполнен в виде уплотняющего устройства с прессовой колодкой и ножами-отсекателями. Формовочная смесь поступает из бункера на движущийся в течение заданного времени барабан. По окончании перемещения, прессовая колодка со смонтированными на ней ножами-отсекателями, опускается на формовочную смесь, происходит изготовление образца. При дальнейшем движении образцов по конвейеру, они поступают под плиту, на которой установлены датчики контроля смеси, с помощью которых, при опускании плиты на образец, производится контроль физико-механических свойств смеси. После этого смесь с конвейера удаляется приспособлениями.

Недостаток этой установки заключается в том, что она не обеспечивает непрерывность контроля, так как измерение свойств осуществляется только у отдельно изготовленных образцов.

Известна также установка для контроля уплотняемости формовочных смесей (пат. JP59166342 Япония), содержащая дозирующий бункер, механизм формирования образца с уплотняющим катком, желобчатый барабан и приспособление для разрушения испытанного образца и очистки желобчатого барабана от остатков формовочной смеси. Формовочная смесь из дозирующего бункера поступает в желобчатый барабан, где уплотняется катком механизма формирования образца. Мерой уплотняемости служит положение катка, нажимающего на смесь с определенной силой. Уплотняемость можно измерять с помощью стрелки, прикрепленной к рычагу, и неподвижной шкалы, может быть также использован линейный дифференциальный регулируемый трансформатор, присоединенный к рычагу и вы-

дающий сигнал. Далее смесь удаляется с желобчатого барабана при помощи приспособления для разрушения испытанного образца.

Недостатком данной установки является то, что контроль осуществляется только по одному параметру - уплотняемости.

Наиболее близким к разработанной установке является устройство для автоматического контроля физико-механических свойств смесей, содержащее бункер для подачи смеси, желобчатый барабан, механизм формирования образца с уплотняющим катком, блок датчиков определения физико-механических свойств, приспособление для разрушения образца и приспособление для очистки внутренней поверхности барабана, основание. Кроме того, блок датчиков определения физико-механических свойств содержит датчик сырой прочности, датчик влажности, датчик газопроницаемости и снабжен механизмом возвратно-поступательного перемещения для периодического контакта с исследуемым образцом (А.с. 352173 СССР).

Недостатком устройства является низкая точность получаемых данных, так как датчики испытания совершают возвратно-поступательное перемещение для периодического контакта с исследуемым образцом, а также прототип не позволяет измерять такие физико-механические свойства, как уплотняемость и прочность на срез.

Задачей устройства является определение таких физико-механических свойств формовочных смесей, как уплотняемость и прочность на срез, и повышение точности получаемых данных за счет непрерывности контроля.

Разработанная установка для контроля физико-механических свойств песчано-глинистых формовочных смесей содержит бункер для подачи смеси, желобчатый барабан, механизм формирования образца с уплотняющим катком, приспособление для разрушения испытательного образца, приспособление для очистки формообразующей поверхности от остатков формовочной смеси, основание. Причем устройство дополнительно содержит датчик малых перемещений, соединенный с уплотняющим катком; узел испытания образца на срез, состоящий из ножа, закрепленного на основании и соединенного с датчиком силы.

Использование данной установки в системе смесеприготовления позволяет исключить субъективность оценок физико-механических свойств формовочных смесей, существующих при контроле в экспресс-лабораториях, повысить точность измеряемых параметров вследствие непрерывного контроля физико-механических свойств смеси, а также оперативно управлять процессом смесеприготовления в реальном масштабе времени, что, в совокупности, позволит улучшить качество изготавливаемых отливок.

УДК 624.01

ВАРИАНТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИ ОЦЕНКЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ПРОЕКТОВ ЗДАНИЙ

Л.В.КУРНОСЕНКО

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

Одним из важнейших критериев оценки проектов возведения и реконструкции зданий и сооружений является технологичность их реализации. До 60 % затрат на возведение зависит от технологичности проектных решений.

Разработка методов комплексной оценки строительной технологичности проектов основывается на исследовании взаимосвязи четырех подсистем: объемно-планировочных решений, организации производства, конструктивных решений и технологии производства. Показатели технологичности каждой подсистемы свертываются в четыре целевые функции.

Объемно-планировочные решения описываются целевой функцией, соответствующей максимальной концентрации общего объема проектируемого здания при условии наиболее равномерного размещения различных конструкций с наименьшим объемом и числом видов.

Организация производства описывается целевой функцией, соответствующей полному использованию средств производства при наиболее длительном и непрерывном выполнении процессов в фиксированном сроке строительства.

Конструктивным решениям соответствует целевая функция, характеризующая максимальную однородность и заводскую готовность конструкций при минимальной стоимости производства.

Оптимальные (рациональные) значения целевых функций определяются исходя из экономической целесообразности оцениваемых вариантов проектных решений по отдельным подсистемам. Рациональным будет вариант объемно-планировочных с минимальными затратами на его реализацию. Наиболее целесообразными признаются варианты конструктивных решений с минимальной трудоемкостью их осуществления. Выбор наилучшего варианта технологии осуществляется по критерию максимального использования интенсивности производственных процессов при минимальной стоимости производства. Оптимальной организации производства будет соответствовать минимум суммарных затрат.

Анализ литературных источников показал, что несмотря на большое количество исследований, выполненных в области технологичности проектных решений зданий и сооружений, в настоящее время практически отсутствуют научно обоснованные методы формирования и обоснования не-

Для сокращения срока строительства обычно применяют следующие способы.

1. Перераспределение трудовых ресурсов - т. е. перевод бригад (звеньев, рабочих), занятых на работах, имеющих резервы времени, на работы, которые не имеют таких резервов. Этим способом достигается сокращение продолжительности строительства без привлечения дополнительных ресурсов.

2. Изменение очередности освоения фронтов работ в неритмичных потоках. Данный метод оптимизации не требует дополнительных ресурсов.

3. Совмещение технологических процессов во времени, т. е. разбивка общего фронта работ на частные (или их увеличение) и выполнение этих работ поточным методом. Такой способ оптимизации может потребовать дополнительных трудовых и материально-технических ресурсов.

4. Привлечение дополнительных ресурсов для выполнения наиболее продолжительных работ (т. е. увеличение их интенсивности). Этот способ сокращения продолжительности строительного потока следует применять только в случае, если первые три метода не дали удовлетворительного результата. При оптимизации строительного потока по данному способу следует четко представлять, какие частные потоки при увеличении их интенсивности сокращают общую продолжительность, поскольку увеличение интенсивности некоторых частных потоков может привести к увеличению продолжительности потока в целом.

5. Изменение проектных решений. Данный способ оптимизации календарного плана по времени сопряжен с согласованиями проектировщиком, инвестором, подрядчиком, с перепроектированием рабочих чертежей и отдельных узлов, пересчетом смет, данных объема работ, трудозатрат и т. д., т. е. оптимизация по данному способу требует дополнительных трудовых и материальных ресурсов и времени.

6. Уменьшение интенсивности некоторых частных потоков. Хотя этот метод не требует никаких дополнительных ресурсов и затрат, а напротив, высвобождает их, он практически не применяется, скорее всего, из-за психологического барьера: каким образом при увеличении продолжительности отдельных работ в потоке может сократиться общий срок их выполнения.

Анализ способов сокращения срока строительства показал, что оптимизацию строительных потоков производят либо по времени, либо по ресурсам (из-за отсутствия методов совместной оптимизации). Возникает задача разработки методов совместной оптимизации и по времени, и по ресурсам, целью которых является эффективное использование ресурсов всех видов при проектировании и осуществлении строительных потоков.

УДК 621.9

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД В РЕАЛИЗАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ РЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

А.Ф.КОРОТКЕВИЧ, Н.М.АБАКУНЧИК

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

В настоящее время в Республике Беларусь одним из приоритетных направлений развития промышленности является внедрение ресурсосберегающих технологий и уменьшение объёма импортируемой продукции. Низкоэнергетическое воздействие в плазме тлеющего разряда на двухкарбидные твёрдые сплавы является одним из перспективных методов модификации инструментальных материалов.

Данная технология была разработана лабораторией упрочнения кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет». Сущность метода упрочнения заключается в том, что изменение свойств поверхностных слоев происходит вследствие торможения в нем бомбардирующих ионов, за счет чего повышается стойкость и износостойкость инструмента. Для повышения конкурентоспособности технологии повышения производственного ресурса режущих сменных многогранных двухкарбидных твердосплавных пластин, модифицированных методом воздействия потока низкоэнергетических частиц в вакууме, реализуется комплексный подход в её реализации.

Комплексный подход подразумевает всестороннее техническое обеспечение данной технологии в виде логического ряда – технология модификации инструмента с целью повышения его стойкости и производительности; оптимальные режимы резания, назначаемые для максимально эффективного использования модифицированного инструмента и прогнозирования свойств поверхности детали обработанной модифицированным инструментом (шероховатость, точность, наклёп и т.д.). Это позволяет значительно повысить эффективность от внедрения новой разработки и снизить затраты времени и средств на адаптацию её применительно к существующему производству. С целью автоматизации назначения оптимальных режимов резания разработана программа «Оптима», последняя разновидность которой посвящена назначению режимов резания автоматизированного производства, для обеспечения хозяйственной деятельности кафедры с предприятием ОАО «ТАИМ» г. Бобруйск.

В итоге предлагаемая новая технология является полностью проработанной с точки зрения внедрения её в производство.

УДК 621.9
РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ
МОДИФИЦИРОВАННЫХ ДВУХКАРБИДНЫХ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ
ПЛАСТИН

А.Ф.КОРОТКЕВИЧ, В.В.МАЛУТИН
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Одним из прогрессивных методов повышения производственного ресурса режущих сменных многогранных двухкарбидных твердосплавных пластин является метод низкоэнергетического воздействия потоком заряженных частиц в плазме тлеющего разряда. Данный метод был разработан под руководством проф., д.т.н. Ходырева В.И. на кафедре «Металлорежущие станки и инструменты» Белорусско-Российского университета.

На данный момент в ходе ряда лабораторных и производственных испытаний метод подтвердил свою эффективность для повышения стойкости твердосплавного инструмента. Выявленное повышение стойкости составило от 2 до 4 раз в зависимости от условий обработки. На предприятии ОАО «ТАИМ» г. Бобруйск в ходе проведенных промышленных испытаний была установлена возможность проведения обработки модифицированным инструментом с более интенсивными режимами резания, по сравнению с инструментом в состоянии поставки. Для наиболее эффективного применения данного метода необходимо выявить физическую природу механизма упрочнения твердосплавного инструмента. До настоящего времени имелись отдельные гипотезы, которые не были подтверждены экспериментально. Одна из них гипотеза о том, что основные изменения структуры модифицированного твердосплавного инструмента происходят в кобальте, который в твердосплавном инструменте играет роль связки зёрен карбидов вольфрама и титана. Для проверки данной гипотезы было решено провести рентгеновские исследования структуры.

Рентгеновские исследования структуры инструмента выполнены на дифрактометре D8 ADVANCE в CuK_α излучении в автоматическом режиме съемки. Фазовый и полуколичественный анализ дифрактограмм проведен в программном обеспечении Diffrac «Eva» в объеме базы данных PDF-2 (Powder Diffraction File) International Centre for Diffraction Data.

Результаты исследования показали, что основные изменения инструмента после модификации относятся именно к кобальту, в то время как карбидные фазы изменяются в незначительной степени.

УДК 624.01
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПОТОКОВ

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

Строительные системы имеют большое разнообразие и индивидуальность, множество межсистемных связей, изменяющихся во времени. Новые социально-экономические условия и проблемные ситуации не только актуализировали эти характеристики, но и коренным образом изменили структуру строительной деятельности. Отмечается стремление к более высоким инженерно-техническим качествам проекта.

Ресурсосбережение с централизованно-абстрактных форм перешло на уровень требований конкретных инвесторов-фирм и инвесторов-частных лиц. В связи с этим необходимо разработать и реализовать методы оптимизации в решении организационно-технологических задач.

Одной из таких задач является оптимизация строительных потоков.

Это направление очень важно для условий рыночной экономики, характерной применением индивидуальных проектов, неуклонным стремлением к повышению рентабельности строительных работ и эффективности инвестиционных процессов.

После технологической увязки работ часто требуется их корректировка по времени и трудовым ресурсам. Основным методом сокращения сроков строительства объектов является поточное выполнение работ, т. е. увеличение числа захваток, но этот метод не всегда является рациональным. Сокращение продолжительности отдельных видов работ путем привлечения дополнительных ресурсов требует увеличения затрат и не всегда может быть эффективным.

Корректировка продолжительности потока за счет уменьшения интенсивности отдельных видов работ не требует дополнительных ресурсов, а наоборот, высвобождает их. Поэтому ниже будет рассматриваться оптимизация потока по времени и ресурсам путем уменьшения интенсивности отдельных видов работ.

Под оптимизацией строительных потоков следует понимать такие временные и ресурсные параметры и их увязку во времени и пространстве, которые составляют календарный план строительства - объекта (или его части), удовлетворяющий требованиям инвестора и возможностям подрядчика, т. е. отвечающий реальным условиям строительства. Оптимизацию строительных потоков производят либо по времени, либо по ресурсам.

ставленная цель достигается конструктивным оформлением загрузочной зоны, позволяющей обособленно подавать в матричный канал пресс-материалы внутреннего и облицовочного слоя.

Предлагаемое устройство позволяет значительно снизить себестоимость и расширить ассортимент изделий и область их применения в различных областях народного хозяйства. Например, можно получать изделия, облицованные химстойким или водостойким слоем либо изделия с преимущественной концентрацией целевых добавок (фрикционных, антипиренов и др.) вблизи рабочей поверхности. Возможно также изготовление изделий с теплоизоляционными свойствами. При этом облицовочный слой выполняется несущим, а внутренний – пористым с низкой теплопроводностью.

Конструкция устройства обеспечивает рациональное использование физико-механических, химических, фрикционных и др. свойств различных пресс-материалов.

Новые технологии позволяют выпускать трубы разных диаметров для транспортировки соляных растворов, кислот, щелочей, нефте- и газопродуктов, а также профильные конструкционные изделия различного назначения. При этом предусматривается возможность использования и переработки отходов производства: древесных опилок, стружки, лузги подсолнечника, отходов производства и переработки полимеров в виде стружки, крошки, гранул и др.

Следует также отметить, что предлагаемые методы гораздо менее чувствительны к дисперсности наполнителя, чем шнековая экструзия, и позволяют перерабатывать измельченные волокна до 35 мм (оптимальная длина выбирается в зависимости от природы волокон) и игольчатые частицы наполнителя до 6 мм.

УДК 621.746:536.242
РАСЧЕТ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КРИСТАЛЛИЗАТОРА
ПРИ НЕПРЕРЫВНОМ ЛИТЬЕ

В.Н.ЛАПТИНСКИЙ, В.Ю.СТЕЦЕНКО, Р.В.КОНОВАЛОВ
Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН Беларуси»
Могилев, Беларусь

Для расчета охлаждающей способности кристаллизаторов используется известное критериальное уравнение, связывающее коэффициент теплопроводности, коэффициент теплоотдачи, числа Нуссельта, Прандтля и толщину теплового пограничного слоя. Если в качестве охладителя используется вода, то толщина теплового пограничного слоя сопоставима с толщиной динамического погранслоя. Поэтому соответствующие качественные выводы о процессе охлаждения можно сделать на основе анализа динамического пограничного слоя.

В данной работе исследован динамический ламинарный пограничный слой. Применительно к автомодельным течениям с градиентом давления использовалась математическая модель соответствующего гидродинамического процесса в виде уравнений Блазиуса–Хартри (уравнений типа Навье–Стокса) с заданными краевыми условиями. Авторы предложили свой подход к решению этой задачи, основанный на применении вспомогательных функций и не требующий процедуры шивания (в отличие от метода Блазиуса). Согласно этому подходу, указанная краевая задача сводится к начальной задаче для интегро-дифференциального уравнения с параметром, значения которого определяются численно из некоторого трансцендентного уравнения. Это позволяет получить более простые, но достаточно точные численно-аналитические решения, которые использовались для расчета охлаждающей способности кристаллизатора по разработанной методике. Следует отметить, что эти решения содержат в явном виде физические параметры потока охладителя и гильзы кристаллизатора, что позволяет установить эффективные режимы охлаждения.

Расчеты на ПЭВМ с использованием соответствующих программ численного решения уравнений Навье–Стокса показали эффективность развиваемого подхода. Например, в случае безградиентного обтекания, в диапазоне скоростей набегающего потока от 0,05 м/с до 2 м/с расхождение расчетов толщины динамического ламинарного пограничного слоя составляет в среднем 10 %.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке инженерных методов расчета оптимальных конструкционных параметров кристаллизаторов и рациональных технологических режимов их работы.

УДК 621.9

НАКАТЫВАНИЕ ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ
РОЛИКОВЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

В.А.ЛОГВИН, П.Ф.КОТИКОВ, Ю.И.ИВАНОВ, Н.М.АБАКУНЧИК
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Наиболее простым и перспективным методом отделочно-упрочняющей обработки является накатывание.

Отделочно-упрочняющая обработка наружных плоских поверхностей деталей является весьма важной задачей в металлообработке.

Для решения этой задачи нами было разработано устройство для чистовой и упрочняющей обработки поверхностей деталей, на которое выдан патент.

Для осуществления отделочно-упрочняющей обработки деталей типа тел вращения процесс накатывания производят на токарных станках. Корпус крепится в резцедержателе (сменная хвостовая часть должна быть прямоугольной). В процессе обработки деталь вращается, а деформирующий элемент, находящийся в контакте с обрабатываемой поверхностью, вместе с накатным приспособлением имеет продольную подачу. При обработке прерывистых цилиндрических поверхностей ролики связаны между собой не жестко.

При обработке плоских поверхностей, процесс накатывания производят на фрезерных станках, заменив сменную прямоугольную хвостовую часть на цилиндрическую или коническую. При обработке плоских поверхностей вращательное движение сообщается устройству, а деталь устанавливается на столе станка и получает поступательное движение. Устройство методом накатывания улучшает шероховатость и упрочняет наружную поверхность детали, при этом в работе участвуют два ролика одновременно, а усилие обработки воспринимается двумя плунжерами.

Наиболее часто при построении динамической модели используют метод сосредоточенных масс. Этот метод применим, если система имеет явно выраженный дискретный спектр собственных частот. Это характерно для технических объектов, у которых масса распределена неравномерно. Например, масса вращающихся деталей, в основном, сосредоточена в корпусе устройства, а остальные имеют малые радиальные размеры и массу, но обладают существенными упругими свойствами. Этот метод предназначен для моделирования технических объектов, мерой инертности элементов которых служит масса.

УДК 678.67.05

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ ПРЕСС-МАСС
В ПРОФИЛЬНЫЕ ПОГОНАЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

С.Н.КОЛДАЕВА, В.А.ВАСЮТА, Л.Н.ПОЛИЩУК
Учреждение образования
«МОЗЫРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им.И.П.Шамякина»
Мозырь, Беларусь

В целях дальнейшего совершенствования технологии переработки термореактивных пресс-масс в профильные изделия конструкционного назначения, повышения производительности процесса переработки и улучшения качества изделий нами разработаны несколько модификаций способов и устройств, позволяющих формировать длинномерные изделия, обладающие широким диапазоном потребительских свойств, а также стабильностью физико-механических характеристик как в радиальном, так и в осевом направлении.

Так, конструктивное оформление предлагаемого *устройства для изготовления пластмассовых труб* обеспечивает возможность регулирования и поддержания температурного режима и контактного давления в разгрузочной зоне, что обеспечивает термостабилизацию изделия, исключая, таким образом, возможность деформации последнего после выхода его из зоны формования. Описываемый способ предполагает подачу терморегулирующей среды на внутреннюю поверхность формируемого изделия. Тем самым поддерживается необходимый температурный режим, обеспечивающий релаксацию напряжений в объеме изделия. Термостабилизация также способствует скорейшему отверждению изделия, в конечном счете, повышению производительности процесса формования. В качестве терморегулирующей среды может выступать воздух, вода или смазочные масла. В случае применения в качестве терморегулирующих сред растворов полимеров возможно формирование защитного слоя на внутренней поверхности изделия. Возможно также формирование защитного слоя за счет газовой модификации внутренней поверхности труб. В этом случае в качестве терморегулирующей среды необходимо использовать специальную газовую смесь.

С целью обеспечения возможности получения градиентных длинномерных изделий из разнородных материалов разработано *устройство для изготовления погонажных изделий*, позволяющее за одну технологическую операцию формировать погонажные изделия из различных пресс-материалов с градиентными свойствами по сечению. Предлагаемый способ переработки основывается на отсутствии перемешивания пресс-материала в процессе формирования изделия методом плунжерной экструзии. По-

Требуется определить перемещения, напряжения в упругом основании и его осадки, распределение реактивных давлений в контактной зоне балочной плиты с основанием, внутренние усилия в сечениях плиты.

В силу нелинейности решаемой задачи используется метод упругих решений в области малых упругопластических деформаций, который предполагает итерационный процесс. При каждой итерации модуль деформации i -той точки основания изменяется, и при вычислениях используется *переменный модуль* деформации (касательный и секущий) в сравнении.

Согласно *вариационному принципу* Лагранжа, при нагружении плиты на упругом основании статической нагрузкой, ее полная потенциальная энергия в состоянии равновесия принимает минимальное значение. Величина функционала полной потенциальной энергии плиты на упругом основании состоит из трех слагаемых: функционала энергии деформаций упругого основания, функционала энергии деформаций плиты и потенциала работы внешней нагрузки, и определяется формулой $\mathcal{E} = U_f + \Omega_b + P$.

Так как в состоянии статического равновесия функционал \mathcal{E} должен иметь минимум, то неизвестные перемещения $u_i(x), v_i(y)$ найдем из условия обращения в нуль производных от полной энергии по каждому из перемещений, то есть $\frac{\partial \mathcal{E}}{\partial v_i} = 0, \frac{\partial \mathcal{E}}{\partial u_i} = 0, i = 1, 2, 3, \dots, N$; где N – число узловых точек основания. В результате получаем систему дифференциальных уравнений, порядок которой равен $2N$, т. е. числу неизвестных перемещений.

Решение краевых задач строится в перемещениях и реализуется методом конечных разностей (МКР), то есть заменой дифференциальных уравнений линейными конечно-разностными соотношениями. Энергия деформаций упругого основания получается суммированием по объему основания энергий деформаций прямоугольных участков для каждой ячейки МКР. Энергия изгиба балочной плиты в контактной зоне с основанием и потенциал работы внешних сил записывается также в конечно-разностном виде. В результате система дифференциальных уравнений заменяется системой линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) порядком $2N$.

Для реализации указанного подхода составлена программа на языке *Mathematica 6.0*, проведена ее числовая апробация для двухслойных оснований, ослабленных биогенными включениями, с учетом секущего модуля деформации. Сравнение результатов нелинейных расчетов фундаментных плит на слоистых основаниях показало, что влияние вида модуля деформации в теоретическом обследовании системы «плита–основание» неоднозначно: наблюдается превосходство секущего модуля в расчете осадок, но он дает плохую сходимость и нестабильность итерационных алгоритмов, в то время как, касательный модуль дает хорошую сходимость итерационного алгоритма, плавность решения и численно меньшие значения.

При построении динамической модели методом сосредоточенных масс выделяют абстрактные материальные субстанции, наделяя их определенными физическими свойствами.

Сосредоточенные массы обладают инерционными свойствами и способностью накапливать кинетическую энергию.

Взаимодействие сосредоточенных масс осуществляется с помощью упругих и диссипативных элементов.

Упругие элементы отображают упругие свойства динамической системы. Они обладают способностью накапливать потенциальную энергию. Диссипативные элементы отображают свойства рассеивания энергии конструктивными элементами технического объекта, обусловленные силами внутреннего трения, пропорциональными относительной скорости перемещения взаимодействующих сосредоточенных масс относительно внешней среды.

Одной из форм отображения физических свойств динамической модели является орграф и матрица инцидентий.

Орграф представляет собой совокупность узлов и соединяющих их ветвей. Каждая сосредоточенная масса отображается узлом графа, а ее физические свойства – ветвью инерционного элемента. Один из узлов графа отображает инерционную систему отсчета фазовых координат.

Составлены компонентные уравнения и топологические.

Первое топологическое уравнение является уравнением равновесия. Оно выражает принцип Даламбера.

Второе топологическое уравнение определяет условие непрерывности фазовых координат типа потона. Оно выражает принцип сложения скоростей.

Для составления уравнений используем структурно-матричный метод формирования математических моделей.

При использовании этого метода топологические уравнения равновесия потенциалов и выражение для определения реакций внешней среды получают алгебраически суммируя потенциалы ветвей орграфа по строкам матрицы инцидентий, а компонентные уравнения упругих и диссипативных элементов – суммируя потоковые переменные узлов орграфа по соответствующим столбцам матрицы инцидентий.

Матрица Якоби характеризует важнейшие свойства физической системы, а также свойства уравнений математической модели. Она позволяет оценить устойчивость технической системы без решения системы дифференциальных уравнений, определять качественный характер переходных процессов, частоты резонансных колебаний.

УДК 621.9

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ
ДЛИННОМЕРНЫХ ЗАГОТОВОК ЧАШЕЧНЫМИ РЕЗЦАМИ
С НЕПРЕРЫВНО ОБНОВЛЯЮЩЕЙСЯ РЕЖУЩЕЙ КРОМКОЙ

В.А.ЛОГВИН, П.Ф.КОТИКОВ, Ю.В.НИКОЛАЕВ

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

Обеспечение требуемой точности и параметров качества длинномерных тяжеловесных валов связано с определенными трудностями вызванными наличием прогиба заготовки под действием собственной массы и ограниченным периодом стойкости режущих инструментов. Особенно актуальна проблема увеличения периода стойкости режущих инструментов для обработки труднообрабатываемых материалов и длинномерных заготовок.

Повышение периода стойкости режущих инструментов из традиционных инструментальных материалов за счет непрерывной микроподачи в зону резания непритупленной части режущей кромки позволяет более рационально использовать их ресурсы и значительно повысить размерную стойкость инструмента. Однако наличие прогиба у длинномерных и тяжеловесных заготовок, например, таких как набивные бумажные валы суперкаландров (НБВС), делает невозможным решение задачи их обработки с требуемыми параметрами качества, за счет одного лишь обновления режущей кромки. Это связано с тем, что при вращении обрабатываемого вала на станке вследствие наличия прогиба он находится в колебательном движении. Величина размаха колебаний в горизонтальной и вертикальной плоскостях определяет точность и параметры качества, получаемые в результате обработки. По мере эксплуатации НБВС в процессе каландрирования бумаги на рабочей поверхности образуется переупрочненный (роговой) дефектный слой, который периодически необходимо удалять, вследствие этого диаметр рабочей поверхности НБВС уменьшается, что влечет за собой снижение жесткости НБВС.

В последнее время при решении ряда сложных прикладных задач хорошо зарекомендовал себя метод конечных элементов, математический аппарат которого позволяет с достаточной степенью точности определять значение искомой величины в любой точке исследуемого объекта по значениям этих величин (например, перемещений) в узловых точках элементов.

Математические модели колебательных процессов разрабатываются с помощью пакета прикладных программ «SolidWorks» на основе метода конечных элементов.

Теоретические исследования проводились для НБВС с диаметром 590 мм формата 4410 мм. В расчетах учитывались теплофизические и механические свойства материалов из которых изготавливаются комплектующие НБВС. Адекватность модели расчета прогиба НБВС оценивали, сопоставляя с результатами экспериментальных исследований, проводимых на ООО «ИлимСеверРМП», при которых был измерен прогиб НБВС в статическом состоянии. Например, прогиб вала с рабочим диаметром набивки

УДК 624.072.21.7

НЕЛИНЕЙНЫЙ РАСЧЕТ БАЛОЧНЫХ ПЛИТ НА НЕОДНОРОДНЫХ
ОСНОВАНИЯХ С ПЕРЕМЕННЫМ МОДУЛЕМ ДЕФОРМАЦИИ

О.В.КОЗУНОВА

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА»
Гомель, Беларусь

В строительстве фундаменты большинства инженерных сооружений рассчитывают как балочные плиты на линейно-упругом основании (плоская задача). В реальных условиях для неоднородных грунтов зависимость между нагрузкой и осадкой имеет явно нелинейный характер. Поэтому грунты рассматриваются послойно как *нелинейно деформируемая* однородная среда. Кроме того неоднородность грунтов усиливается наличием в них слабых слоев, полостей, линз, так называемых биогенных включений.

В настоящей работе предлагается модель нелинейно упругого неоднородного основания. Модуль деформации основания E_0 зависит от интенсивности деформаций, изменяется функционально в виде гиперболического тангенса. Коэффициент Пуассона ν_0 принимается послойно постоянным.

Многие методы расчета конструкций на упругом основании, имея теоретическую ценность, не вполне пригодны для практики. В настоящей работе предлагается *вариационно-разностный подход* (ВРП) к решению контактной задачи теории упругости в нелинейной постановке (плоская деформация), который имеет важность практического применения в расчетах фундаментных плит на упругом основании.

Постановка задачи: рассматривается балочная плита шириной $2l$ на упругом физически нелинейном двухслойном основании под действием произвольной нагрузки. На контакте плиты с упругим основанием возникают только нормальные реактивные давления, силами трения пренебрегаем. Для плиты справедливы гипотезы теории изгиба.

При расчете слоистая упругая среда заменяется прямоугольной расчетной областью. Основание аппроксимируется симметричной разбивочной сеткой с постоянным шагом по осям: Δx , Δy . В результате получено 203 i -тых узловых и 168 j -тых сеточных ячеек.

За *неизвестные* принимаем: $u_i(x), v_i(y)$ – компоненты вектора перемещения i -той узловой точки основания; $p_y^{(i)}(x, y)$ – реактивные давления в зоне контакта балочной плиты с основанием. *Граничные условия задачи:* на границах принятой расчетной области перемещения $u = 0, v = 0$; в контактной зоне справедливо равенство осадок основания прогибам плиты.

О. В. КИЧКАЙЛО, И. А. ЛЕВИЦКИЙ

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

В результате исследований, проведенных ранее, синтезирована сподуменовая керамика для изготовления универсальной термостойкой посуды методом шликерного литья. Для изготовления масс в качестве исходных компонентов использовались просьяновский каолин, огнеупорная глина «Керамик-Веско», кварцевый песок, технический глинозем и карбонат лития.

В данной работе проводилось исследование постепенной замены огнеупорной глины «Керамик-Веско» на тугоплавкую глину месторождения Республики Беларусь «Городное» на свойства и фазовый состав материалов. Приготовление масс осуществлялось по шликерной технологии методом совместного мокрого помола составляющих до остатка на сите № 0063 К в количестве 1–2 %. Влажность шликера составляла 42–45 %. Изготовленные сливным методом образцы высушивались до влажности не более 1,5 %, а затем подвергались обжигу в электрической печи при температурах 1100 °С и 1200 °С с выдержкой при конечной температуре в течение 1 ч.

Рассматривая экспериментальные данные, можно отметить, что показатели спекаемости образцов остаются на уровне исходного состава, но при этом значительно снижаются значения термического коэффициента линейного расширения. Оптимальные показатели свойств синтезированных материалов наблюдаются при полном замещении огнеупорной глины на тугоплавкую и при температуре обжига 1200 °С составляют: ТКЛР 2,7·10⁻⁷ К⁻¹, водопоглощение 22,7 %, кажущаяся плотность 1511 кг/м³, открытая пористость 34,3 %.

Рентгенофазовым анализом установлено, что фазовый состав опытных материалов при введении глины месторождения «Городное» существенно не изменяется и представлен β-сподуменом и его твердыми растворами с кварцем.

Полученные результаты могут найти применение на предприятиях керамической промышленности Республики Беларусь для производства конкурентоспособных на внешнем рынке термостойких изделий хозяйственного назначения (кофеварки, жаровни для тушения, сковородки и т. п.).

590 мм и шириной формата 4410 мм равнялся 1,35 мм. А в результате проведенных расчетов конечно-элементной модели результирующее перемещение под действием массы вала оказалось равным 1,27 мм.

Результаты статистической обработки данных показали, что погрешность расчетных значений перемещений НБВС составляет 5,9...6,3 %.

Оценивая результаты компьютерных исследований конечно-элементной модели НБВС, выявлено, что для вала с рабочим диаметром набивки 590 мм и шириной формата 4410 мм критическими являются 1 и 2 формы колебаний.

При этом собственная частота 38,708 и 38,762 Гц, что соответствует колебаниям в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Данные формы колебаний характеризуют наибольший размах колебаний вала на станке в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Менее критическими являются 3, 4, 5 формы колебаний, так как они происходят при собственной частоте 65,692, 66,35 и 88,083 Гц, что соответствует 3941,52 и более мин⁻¹ частоты вращения шпинделя.

На ООО «ИлимСеверРМП» экспериментально определен размах колебаний НБВС в сечении с наибольшим статическим прогибом. Измерение в горизонтальной и вертикальной плоскостях осуществлялось при помощи двух индикаторов с ценой деления 0,01 мм, при этом величина его составила в вертикальной плоскости 0,05 мм, а в горизонтальной плоскости – 0,09 мм.

При измерении размаха колебаний угловая частота составляла 16,7467 рад/с, что соответствует 2,667 Гц. Обработка НБВС с данной частотой вращения обеспечивает большую виброустойчивость процесса обработки, так как значительно отличается от собственной частоты вала.

При обработке размах колебаний возрастает за счет приложения усилия резания, особенно при приближении режущего инструмента к середине рабочего хода. Если же величина усилия резания превысит величину сил упругого сопротивления вала и отклонит его от положения относительного равновесия, то размах колебаний возрастет в десятки раз – наступит явление резонанса.

Разработанная конечно-элементная модель применялась для исследования влияния уменьшения диаметра обрабатываемого НБВС на величину деформаций и изменение форм колебаний с целью повышения виброустойчивости технологической системы за счет изменения скорости непрерывного обновления режущей кромки чашечного резца.

Таким образом, с целью повышения точности диаметральных размеров НБВС и отклонений формы в продольном сечении от цилиндричности разработана методика моделирования процесса, которая отличается от известных тем, что учтено влияние скорости обновления режущей кромки на положение вершины режущего элемента в процессе обработки, что позволило повысить адекватность решения за счет учета взаимного влияния деформационных полей на каждом шаге расчета. Произведена оценка влияния основных конструктивных параметров НБВС на виброустойчивость технологической системы, а также режимов обработки на точность формы в продольном сечении, отклонения диаметральных размеров и шероховатость рабочей поверхности.

О.А.МЕДВЕДЕВ

Учреждение образования

«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Брест, Беларусь

Проектирование надежных и точных машин, а также эффективных техпроцессов их сборки невозможно без комплексного размерного анализа объектов проектирования на основе выявления и решения конструкторских и технологических размерных цепей. На основе проектных расчетов размерных цепей можно определить технически обоснованные требования к точности размеров комплектующих деталей, исходя из требуемой точности важных функциональных геометрических параметров машины.

Важность проектных расчетов угловых размерных цепей объясняется рядом объективных факторов:

– в большинстве случаев требуемый уровень точности размеров, определяющих угловое положение поверхностей деталей и сборочных единиц (отклонения от перпендикулярности, параллельности, наклона поверхностей, торцевого биения и др.) значительно выше уровня точности линейных размеров, связывающих указанные поверхности;

– для достижения высокой точности угловых замыкающих размеров при сборке, технически затруднительно использовать методы пригонки, регулирования, селективной сборки. Эта точность достигается методами полной и неполной взаимозаменяемости, что предполагает высокую точность получения угловых размеров при изготовлении деталей;

– точность углового положения поверхностей деталей обеспечивается при механической обработке методами полной и неполной взаимозаменяемости и зависит от точности угловых положений элементов станков, приспособлений, инструментов, которые на большинстве металлорежущих станков не регулируются.

Однако расчеты допусков составляющих звеньев сборочных и подетальных угловых размерных цепей не находят широкого применения в практике проектирования машин и техпроцессов из-за особенностей построения системы допусков угловых размеров и отсутствия методики проектных расчетов, пригодной для практики.

Автором предлагается методика проектных расчетов угловых размерных цепей, построенная с учетом основных принципов проектных расчетов линейных цепей, и особенностей построения системы допусков угловых размеров. Целью проектного расчета является определение неизвестных допусков составляющих звеньев, при условии, что их сумма равна

В.А.КЕМОВА, Е.А.ШАРОЙКИНА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Одними из наиболее энергоемких и трудоемких процессов в технологии производства дисперсных материалов являются операции дробления и измельчения. Производство дисперсных материалов с узким гранулометрическим составом является труднодостижимой задачей. Существующее для этой цели оборудование чрезвычайно громоздко, энергоемко, малоэффективно и не обеспечивает качество продуктов по многим показателям.

Известные ранее пружинные мельницы работают подобно изогнутым гибким проволочным валам, а механизм разрушения материала обеспечивается сходящимися клиновыми пространствами между витками рабочего органа (пружины). Собственно рабочий орган в этом случае подвержен большим знакопеременным нагрузкам, а это обуславливает его сравнительно невысокую наработку на отказ. Кроме этого, центробежные силы дестабилизируют поведение материала, выбрасывая его из зон разрушения.

Для устранения указанных недостатков предложена новая конструкция пружинной мельницы, в которой рабочие органы совершают только одно радиальное движение и не находятся в состоянии постоянного кинематического деформирования. В технологическом плане получен аналог бисерной мельницы, лишенный ее главных недостатков – необходимости уплотнения одной из опор, находящейся в рабочей среде, дороговизны мелющих тел и очень высокой энергоемкости процесса измельчения.

В основу предлагаемой конструкции положен чрезвычайно прогрессивный способ передачи механической энергии от силовой установки в рабочую камеру - виброинерционный, разработанный еще в 40-ых годах прошлого века специалистами института ВНИПИ «Механобр» (г. Санкт-Петербург). Мелющие тела в таких конструкциях выполнены в виде отдельных пружин или пакетов пружин, разгруженных от действия значительных знакопеременных нагрузок. Характер воздействия на обрабатываемую среду сводится к тому, что в кольцевом рабочем пространстве с неподвижным внешним и подвижным внутренним кольцом мелющее тело, например пружина, совершает радиальные колебания и производит разрушение твердых частиц или диспергирование композиций.

контролем, а процессом; «качество» - экономическая категория, которой подчиняется вся организация производства. Процесс управления качеством автомобильных дорог должен предполагать постоянное улучшение на основе анализа состояния (инновационное развитие процесса). Объективность и научная обоснованность используемых критериев мониторинга процессов управления качеством автомобильных дорог будет определять работоспособность всей системы управления качеством автомобильных дорог и как следствие – способность системы реализовать стратегические цели, так как эффективность управления качеством зависит от своевременности и адекватности применяемых корректирующих и предупреждающих действий. Разработка корректирующих и предупреждающих действий может осуществляться только на основе объективной информации о ходе течения процесса и о состоянии автомобильной дороги. В этом случае согласно интерпретации процессов в управлении качеством, предложенной специалистами УО «БНТУ», на выходе процесса будет не только «продукт» данного процесса, как результат преобразования «входа», но и информационный поток о характеристиках данного продукта (факты). С точки зрения необходимости принятия научно-обоснованных корректирующих и предупреждающих действий данный информационный поток целесообразно погрузить в цикл непрерывного улучшения Э. Деминга, причем с позиции научного обоснования принятия управленческих решений более верно использовать цикл: Search – Act – Plan – Do (исследуй, что сделано – реши, что надо для совершенствования? – спланируй, как это сделать? – делай) со смещением фазы начала цикла на функцию «исследуй». Построение системы обеспечения качества автомобильных дорог возможно при использовании модели менеджмента качества, представляющей собой системную «переработку» информации с использованием инновационного цикла управления «Search – Act – Plan – Do» (исследуй – совершенствуй – планируй – делай).

Таким образом, для перехода от системы контроля качества автомобильных дорог к системе обеспечения качества автомобильных дорог необходимо «инновационное управление, основанное на научно-обоснованных критериях мониторинга процессов управления качеством», реализованное в рамках цикла Деминга со смещением начальной фазы: «исследуй, что сделано;- реши, что надо для совершенствования? – спланируй, как это сделать? – делай».

допуску замыкающего звена (или немного меньше его), что обеспечивает полную взаимозаменяемость звеньев. Так как одного этого условия недостаточно для однозначного определения составляющих допусков, а их бессистемный подбор требует больших затрат времени, то разнообразие составляющих допусков обычно ограничивают условием равенства или равноточности допусков. Принимая равные допуски на угловые звенья с разными длинами границ, можно получить для звеньев с длинными границами, технически и экономически неприемлемую степень точности. Более рационально выбирать допуски одной степени точности для всех угловых составляющих звеньев в зависимости от длин их границ.

Анализ системы допусков углов (ГОСТ 24643-81) и системы допусков параллельности, перпендикулярности, наклона, торцевого биения (ГОСТ 8908-81) позволил установить, что эти системы построены по единым принципам, на основе которых получено аналитическое выражение для определения любого стандартного углового допуска (в виде катета противолежащего угловому допуску) с учетом следующих параметров:

- исходный допуск для первой степени точности и первого интервала длин границ;
- коэффициенты геометрических прогрессий значений допусков в пределах одной степени точности и в пределах одного интервала длин границ;
- верхний предел первого интервала длин границ;
- верхний предел интервала длин границ, в который попадает большая граница нормируемого угла;
- номер степени точности.

Полученные выражения допусков угловых составляющих звеньев, приводились к единичной базовой длине делением на длину границы соответствующего угла. Путем подстановки выражений приведенных допусков составляющих звеньев и замыкающего звена в условие полной взаимозаменяемости получено уравнение для расчета требуемой степени точности составляющих угловых звеньев.

Расчетное значение номера степени точности следует округлять до ближайшего меньшего целого значения и по найденной степени точности назначать стандартные допуски на составляющие угловые звенья.

Разработанная методика позволяет определять рациональные допуски составляющих звеньев угловых размерных цепей и значительно снизить трудоемкость их проектных расчетов. Она может быть полезна конструкторам и технологам машиностроительных предприятий, занимающихся проектированием машин и техпроцессов их сборки.

О.А.МЕДВЕДЕВ, В. Н.ШИПУЛЬ

Учреждение образования

«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Брест, Беларусь

Рациональный выбор заготовки является одной из важнейших задач, решаемых на начальном этапе технологической подготовки производства деталей машин. От правильности этого выбора в значительной мере зависит эффективность изготовления деталей. Обычно выбор заготовок производится на основе опыта технолога, по рекомендациям справочной литературы без выполнения расчетных обоснований, или путем сравнения расчетных стоимостей заготовок. Однако такой выбор нельзя признать объективным, так как при этом не учитывается влияние вида и формы заготовки на себестоимость последующей обработки.

Как правило, применение простой по форме и дешевой заготовки приводит к увеличению затрат на последующую обработку (в основном черновую механическую обработку). Приближение заготовки к детали по форме и размерам, за счет применения более сложного и дорогого метода ее получения, снижает затраты на последующую обработку. Поэтому, лучшим следует считать один из технически приемлемых вариантов заготовки, для которого себестоимость детали, равная сумме стоимости заготовки C_3 и затрат на последующую обработку C_0 , минимальна. Существующие методики расчета стоимости заготовок разных видов на основе известных масс детали и заготовки, данных прейскурантов (цены за единицу массы заготовок и стружки) позволяют просто и, с достаточной для практики точностью, рассчитать первое слагаемое себестоимости детали. Однако для определения второго слагаемого требуется предварительная разработка и нормирование техпроцессов механической обработки для каждого варианта заготовки, что весьма трудоемко.

В ряде случаев, обоснованный выбор заготовки можно сделать без расчета себестоимости детали, путем сравнения вариантов заготовки по их стоимости и коэффициенту использования материала (КИМ). Этот коэффициент может служить качественной мерой себестоимости обработки заготовки. Обычно чем больше КИМ, тем ниже себестоимость ее обработки (в основном черновой, так как стоимость чистовой обработки практически не зависит от вида заготовки и способа ее получения). При таком допущении первый вариант заготовки (из двух сравниваемых) будет обеспечивать минимум стоимости детали, если соблюдается одно из условий: $C_{31} = C_{32}$ и $КИМ_1 > КИМ_2$; $C_{31} < C_{32}$ и $КИМ_1 = КИМ_2$; $C_{31} < C_{32}$ и $КИМ_1 > КИМ_2$. Од-

Е.В.КАШЕВСКАЯ

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Система оценки качества автомобильных дорог в ее современном состоянии представляет собой высоко развитую систему контроля качества, которая не позволяет управлять процессом качества, производить мониторинг процесса управления и влиять на конечный результат. Если рассматривать управление качеством как целенаправленное сочетание условий, методов и средств, то построение системы обеспечения качества автомобильных дорог можно представить как создание условий, использование методов управления и предоставление средств, обеспечивающих высокое качество автомобильных дорог.

С практической точки зрения это означает, что нельзя удовлетворить высокие требования пользователей к качеству автомобильных дорог, используя старые принципы контроля качества без учета целого ряда аспектов деятельности дорожной отрасли в целом. Такой подход хорошо согласуется с предложенной российскими учеными концепции качества автомобильных дорог, в которой увязаны все этапы деятельности дорожного хозяйства, начиная от проектирования автомобильных дорог и заканчивая ее финансовым обеспечением.

При разработке стратегии управления качеством автомобильных дорог следует различать стратегическую цель управления качеством автомобильных дорог с точки зрения экономики страны и стратегическую цель управления качеством автомобильных дорог для предприятий дорожной отрасли.

Стратегическая цель управления качеством автомобильных дорог для экономики страны - это создание благоприятных инфраструктурных условий для экономического и социального развития, повышения уровня жизни и деловой активности населения, эффективности использования производственных и природных ресурсов страны и укрепление национальной безопасности.

Стратегическая цель управления качеством автомобильных дорог для предприятий дорожной отрасли – стать конкурентоспособным на рынке дорожно-строительных работ, сохранить рабочие места. Для реализации стратегии управления качеством дорог предприятиям дорожной отрасли необходимо осуществить переход от системы контроля качества к системе обеспечения качества, сущность которой: «качество» обеспечивается не

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИУСА
ЗАКРУГЛЕНИЯ ДОРОГИ ПО ХОРДЕ И УГЛУ

Ю.А.КАТЬКАЛО, Н.В.ТУЛУЕВСКИЙ, А.С.ТЕРЕЩЕНКО

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

В работе рассматриваются геометрические условия, при которых действительный радиус закругления автомобильной дороги по хорде углу определяется с требуемой точностью.

После полевых измерений электронным тахеометром величин d_1 , d_2 , β вычисляется радиус круговой кривой. $R = d / 2\cos\beta_1$. При этом

$$d = \sqrt{d_1^2 + d_2^2 - 2d_1d_2 \cos \beta}; \quad \beta_1 = \arcsin\left(\frac{d_2}{d} \sin \beta\right),$$

где d_1 , d_2 – расстояния от станции электронного тахеометра до точек 1 и 2 соответственно, закрепленных на кромке проезжей части; β – угол между направлениями на точки 1 и 2.

Угол β_1 близок к 90° , особенно при малых значениях угла β . При вычислении радиуса используются тригонометрические функции синуса и косинуса. Изменение углов не сопровождается пропорциональным изменением их тригонометрических функций. Наибольшее изменение синуса соответствует углу близкому к 0° , а наибольшее изменение косинуса – углу близкому к 90° . Поэтому угол β_1 должен быть определен очень точно. При этом точность определения угла β_1 зависит от точности определения величин d_1 , d_2 , d , β и от величины самого угла β . Однако, практичнее не повышать точность угла β_1 , а сделать его заметно отличным от 90° . Этого можно достичь, если ограничить угол β некоторой минимальной величиной (β_{min}). Моделирование рассматриваемой ситуации позволило установить геометрические условия – значения угла β_{min} в зависимости от величины радиуса кривой при разных значениях расстояния d_1 , при которых ошибка вычисления радиуса не превышает 5%. Ниже приведены некоторые полученные результаты.

$R, м$	500			2000		
$d_1, м$	50	100	150	50	100	150
β_{min}	35°	26°	20°	70°	65°	56°

нако в случае, когда $C_{31} > C_{32}$ и $КИМ_1 > КИМ_2$, обоснованный выбор по этим параметрам сделать нельзя. Кроме того, гипотеза обратной пропорциональности между КИМ и C_0 не всегда соответствует действительности, например для деталей, имеющих много мелких конструктивных элементов (отверстий, пазов, выточек и др.).

Таким образом, достаточно обоснованным и менее трудоемким является выбор заготовки по критерию минимума себестоимости полуфабриката, получаемого после черновой обработки. Для реализации такого выбора необходимо разработать малотрудоемкую методику расчета прогнозируемой себестоимости черновой механической обработки, в зависимости от КИМ заготовки, или объема удаляемых черновых припусков и напусков, что позволит исключить предварительное проектирование технологии механической обработки.

В основу предлагаемой методики положены разработанные авторами выражения для определения объема припуска или напуска, снимаемого точением, сверлением, зенкерованием, растачиванием, фрезерованием, за одну минуту основного времени. Этот объем является произведением глубины резания, оборотной подачи и скорости резания. Поэтому для получения указанных выражений использовались эмпирические формулы, применяемые для расчета скорости резания при черновых методах механической обработки.

Выражение для определения штучно-калькуляционного времени черновой операции получено делением объема черновых припусков и напусков на выражение для объема материала, снимаемого за одну минуту, и умножением на коэффициент штучно-калькуляционного времени, который является справочной величиной и зависит от типа производства и вида применяемого металлорежущего оборудования.

Прогнозируемую стоимость черновой обработки можно определить как произведение приведенных затрат за единицу времени работы оборудования, используемого для черновой механической обработки (является справочной величиной), на штучно-калькуляционное время.

Предлагаемая методика позволяет выполнять обоснованный выбор заготовки на ранней стадии проектирования техпроцессов механической обработки деталей, повысить объективность принимаемых технологических решений и тем самым сократить затраты на технологическую подготовку производства. Методика сопровождается необходимой базой нормативных и справочных данных, облегчающих ее использование на практике. Она может быть полезна инженерам-технологам, занимающимся проектированием техпроцессов изготовления деталей машин.

УДК 621.914
ОБРАБОТКА ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТОРЦОВЫМ ЛЕЗВИЙНЫМ
ИНСТРУМЕНТОМ С КИНЕМАТИЧЕСКИ ПРЕОБРАЗОВАННЫМ
ДВИЖЕНИЕМ ФОРМООБРАЗУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

П.П.МЕЛЬНИЧУК, В.Е.ЛОЕВ
«ЖИТОМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Житомир, Украина

Большинство корпусных деталей машин и механизмов содержит плоские поверхности, подлежащие лезвийной обработке. В настоящее время их обработка осуществляется строганием, торцевым или цилиндрическим фрезерованием с последующим плоским шлифованием либо без него. В отдельных случаях с целью создания в поверхностном слое сжимающих напряжений и получения низкой шероховатости, а также определенного рельефа поверхности проводят поверхностную пластическую деформацию (ППД) выглаживанием или накатыванием.

С целью существенного повышения производительности и качества обработки плоских поверхностей в Житомирском государственном технологическом университете на кафедре технологии машиностроения и конструирования технических систем разработан, исследован и защищен патентами Украины ряд новых способов обработки плоских поверхностей деталей торцовым инструментом с преобразованным круговым движением формообразующих элементов в прямолинейное либо планетарное.

Кинематическое преобразование круговой траектории движения в прямолинейное перпендикулярное вектору движения подач обеспечивает замену фрезерования строганием. О необходимости возрождения процесса строгания неоднократно подчеркивали ведущие специалисты ОАО «ЭНИМС», г. Москва, как о способе, имеющем ряд существенных преимуществ над фрезерованием. В работе д-ра техн. наук М. Эстерзона и канд. техн. наук О. Сахаровой «Обработка машиностроительных деталей методом строгания» приведены преимущества строгания как при силовой обработке, так и прецизионной. Приведенные авторами расчеты показали, что наиболее перспективным является создание строгального станка с перемещающимися массами не более 1000 кг при ускорении $2g$. В разработанном авторами тезисов способе перемещающиеся массы не превышают 100 кг.

Кроме этого кинематическое преобразование кругового движения в прямолинейное обеспечивает относительное проворачивание режущего элемента во время резания, то есть изменение угла λ , что в свою очередь позволяет создать оптимальные условия врезания и выхода резца.

УДК 504.064.47:628.32
О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТРАБОТАННЫХ
НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭМУЛЬСОЛА

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

На протяжении последних десятилетий промышленные предприятия мало внимания уделяли проблемам регенерации и утилизации отработанных нефтепродуктов (ОН). Это объясняется тем, что ранее предприятия отработанные смазочные материалы (ОСМ) сдавали на сборные пункты для централизованной переработки. Однако часть ОН, которая не соответствовала требованиям к качеству сдаваемых на регенерацию ОН, накапливалась на предприятиях. В результате в настоящее время перед многими предприятиями остро стоит проблема утилизации запасов ОН.

С другой стороны современные предприятия Республики Беларусь используют десятки, сотни различных материалов, в основе которых лежат нефтепродукты. Многие из них импортируются. Высокие транспортные тарифы, таможенные пошлины и закупочные цены оказывают существенное влияние на себестоимость продукции.

В свете указанных проблем возникает идея поиска эффективного способа вторичного использования и утилизации ОН. В результате проведенных комплексных исследований разработан новый ударно-волновой способ переработки жидких производственных отходов содержащих нефтепродукты, который позволяет на их основе приготовить водомасляную эмульсию, обладающую заранее заданными свойствами.

На базе Полоцкого завода «Проммашремонт» была спроектирована и изготовлена экспериментальная промышленная установка для получения эмульсии ударно-волновым способом. Научные исследования, проведенные с использованием данной установки, позволили разработать технологию приготовления мелкодисперсной водомасляной эмульсии с высокой стабильностью, которая может найти эффективное применение в разных отраслях промышленности.

Так, например, эмульсол, получаемый из ОСМ и нефтесодержащих стоков, может с успехом заменить товарный применяемый для смазки форм при производстве железобетонных изделий. Он практически не оставляет жирных пятен на изделиях.

Научные исследования, проведенные в УО «ПГУ», позволили получить эмульсол, обладающий стабильностью в течение 25-30 дней. Его себестоимость в 5-10 раз ниже, чем товарного.

держаны, и расчетная разность их свободных деформаций не превышала нормируемой величины. При этом в кладке несущих стен были использованы практически предельные марки кирпича и раствора.

В каменных зданиях с поперечными несущими и продольными самонесущими стенами участки сопряжения стен испытывают сложное напряженное состояние. В действующих нормах содержатся расчетные и конструктивные рекомендации, направленные на обеспечение совместной работы элементов в зонах сопряжения разнонагруженных стен многоэтажных зданий, основанные на условном разделении смежных стен и сопоставлении свободных деформаций каждого участка при действии только вертикальных нагрузок. Такой подход справедлив при проектировании зданий высотой 6-7этажей с шагом поперечных стен до 6 м, на которые в основном и были ориентированы действующие нормы.

При проектировании современных зданий необходимо использовать пространственный конечноэлементный анализ с учетом совместной работы строительных конструкций и основания здания. Это позволит учесть перераспределение усилий между вертикальными несущими элементами, обоснованно назначить нагрузки на фундаменты зданий, предотвратить образование трещин в стенах, получить картину деформирования, как отдельных участков стен, так и остова здания в целом.

При формировании расчетной модели каменного здания требуется знание деформативных характеристик кладки и их изменения по мере увеличения нагрузки. При этом необходимо иметь в виду, что кладка является материалом с резко выраженными анизотропными свойствами.

Существующие данные об изменении модуля деформаций под нагрузкой были получены для кладок первой половины двадцатого века, отличающихся более деформативным кирпичом, применением известковых, глиняных и цементно-известковых растворов. Коэффициент Пуассона для каменной кладки и данные о влиянии на него величины сжимающих напряжений в литературных источниках не приводятся. Кроме того, в СНиП II-22-81 представлены расчетные сопротивления кладки для керамического кирпича и камней пустотностью не более 15 %. Для современных керамических кирпичей и камней эти данные в нормах отсутствуют.

В настоящее время в Республике Беларусь разрабатывается ТКП «Каменные и армокаменные конструкции». По нашему мнению, разработке данного нормативного документа должна предшествовать серьезная научно-исследовательская работа по выше обозначенным направлениям. Это позволит создать нормативный документ, отвечающий современным требованиям проектирования и строительства каменных зданий.

Торцевой многошпиндельный инструмент с планетарным движением формообразующих элементов (траектория движения вершины каждого режущего элемента названа авторами трохозэпитрохоидой) совершает срезаение слоя металла со скоростью значительно превышающей скорость резания, образуя число оборотов шпинделя станка. Такое кинематически преобразованное движение позволяет значительно повысить количество удаляемого металла в единицу времени, а также обеспечить автоматическое дробление стружки.

Для обработки узких плоских поверхностей нежестких в горизонтальном направлении деталей разработана торцевая фреза с противорезанием, состоящая из двух вращающихся в противоположных направлениях частей, и в которых закреплены под одинаковыми углами режущие элементы. Такое конструктивное исполнение обеспечивает уравнивание сил резания, действующих в горизонтальной плоскости. Инструмент защищен патентом Украины № 83072 от 10.06.2006.

Создан и теоретически обоснован способ торцевого фрезерования с одновременным поверхностным легированием, осуществляемым в момент существования ювенильной поверхности, т.е. сразу же после удаления слоя металла режущим элементом. Операция осуществляется за один проход. Способ также защищен патентом Украины № 84478 от 27.10.2008.

Используя возможности современных систем и приводов металлорежущих станков, проанализировав составляющие образования шероховатости и, в первую очередь, жесткости и виброустойчивости технологической системы при торцевом фрезеровании, разработан новый способ обработки, при котором отсутствует рабочая подача, а в момент резания стол с заготовкой неподвижно закреплен на направляющих станины. Предполагается снижение шероховатости поверхности, обработанной таким способом, не менее чем на 30–35 %.

Одним из направлений проводимых на кафедре исследований является также снижение погрешностей обработки торцовым лезвийным инструментом широких плоских поверхностей (диаметр фрезы меньше ширины обрабатываемой поверхности), а также плоских поверхностей нежестких деталей.

Проведен анализ причин возникновения погрешностей обработки при врезании и выходе торцового инструмента из обрабатываемой поверхности, а также оптимизация траектории относительного перемещения инструмента и заготовки. Выполнены расчеты изменения жесткости технологической системы в зависимости от относительного положения узлов вертикально-фрезерного станка, которое изменяется в процессе обработки.

По каждому из направлений исследований проведено планирование дальнейших конструкторско-экспериментальных работ.

УДК 621.787.4
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИНСТРУМЕНТА
ДЛЯ СУПЕРФИНИШНОЙ ПНЕВМОЦЕНТРОБЕЖНОЙ ОБРАБОТКИ
С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОДАЧЕЙ
ПРИ НЕПОДВИЖНОЙ ЗАГОТОВКЕ

А.П.МИНАКОВ, Е.В.ИЛЬЮШИНА
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Проведены экспериментальные исследования технологических возможностей инструмента с вертикальной подачей для суперфинишной ПЦО внутренних цилиндрических поверхностей неподвижных заготовок. Материал заготовок сталь 45, исходная шероховатость отверстия $Ra = 0,12 \dots 0,16$ мкм. Исследования проводили на радиально-сверлильном станке модели RFh 100 (Венгрия) в инструментальном цехе РПУП Могилевский завод «Строммашина». Исследования позволили сделать выводы.

Увеличение давления сжатого воздуха, подводимого к инструменту, влечет увеличение шероховатости обрабатываемой поверхности заготовок. Оптимальный диапазон давлений, при которых $Ra \leq 0,1$ мкм, составил $P = 0,06 \dots 0,08$ МПа.

Минутная подача не влияет на шероховатость обрабатываемой поверхности (при $s = 100 \dots 1800$ мм/мин, $Ra = 0,08 \dots 0,09$ мкм), поэтому при назначении режимов суперфинишной ПЦО необходимо стремиться к выбору наибольших величин минутной подачи, что обеспечит максимальную производительность процесса обработки.

Необходимо проведение дальнейших исследований технологических возможностей ПЦО внутренних цилиндрических поверхностей заготовок с увеличением минутной подачи до 20000 мм/мин, так как зависимость $Ra = f(S)$ линейная и дает возможность предположить значительное увеличение производительности процесса с получением $Ra \leq 0,1$ мкм.

Экспериментальные исследования технологических возможностей инструмента с вертикальной подачей для суперфинишной ПЦО внутренних цилиндрических поверхностей неподвижных заготовок в сравнении со схемой горизонтального расположения инструмента с вращением заготовки показало, что зависимости $Ra = f(S)$ и $Ra = f(P)$ аналогичны. Следовательно, для суперфинишной ПЦО внутренних цилиндрических поверхностей заготовок лучше использовать новую предложенную выше схему без вращения, что уменьшит энергоемкость процесса, упростит и удешевит обработку. Исследования дают предпосылки для проектирования со временем специальной энергосберегающей установки с вертикальной схемой расположения инструмента, осуществляющего лишь движение подачи, при неподвижной заготовке.

УДК 69.022
ПОВРЕЖДЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ КАМЕННЫХ ЗДАНИЙ И ПУТИ
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ НОРМ «КАМЕННЫЕ И
АРМОКАМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ»

В.Н.ДЕРКАЧ
Филиал РУП «Институт БелНИИС» – НТЦ
Брест, Беларусь

В практике современного строительства широкое распространение получили кирпичные здания с поперечными несущими стенами. Такая конструктивная схема предполагает четкое разделение функций между поперечными и продольными стенами, первые из которых являются несущими, воспринимающими нагрузки от собственного веса, перекрытий и покрытия здания. Вторые при этой схеме, выполняют в основном функции наружных ограждений, несущих нагрузку от собственного веса. Наружные стены, проектируют многослойными. Внутренний слой обычно выполняется из керамического эффективного кирпича, толщиной 380мм, наружный слой из керамического либо силикатного кирпича, толщиной в полкирпича или из ячеистобетонных блоков. Между кирпичными слоями кладки помещается утеплитель (пенополистерол или жесткие минераловатные плиты). Слои кладки соединяются при помощи гибких связей. Внутренние несущие стены проектируют из силикатного кирпича толщиной 380мм. Шаг поперечных несущих стен принимается обычно 7.2м.

Жильями 5-6 этажными домами с такой конструктивной схемой выполнена застройка микрорайона «Восток-6» в г. Бресте. Дома построены в 2004-2005гг. по типовому проекту, разработанному АП "Институт Белпроект". Примерно через год после ввода домов в эксплуатацию, на верхних этажах в местах примыкания несущих поперечных стен к наружным продольным, возникли сквозные вертикальные или наклонные трещины ширина раскрытия до 4 мм. Трещины шириной раскрытия 1-3 мм возникли также в швах между плитами перекрытия (вблизи наружных стен). Аналогичные повреждения наблюдаются также и в 9-ти этажных жилых домах, построенных в 2005 г. с применением конструктивной схемы с поперечными несущими стенами. Это свидетельствует о системном характере выявленных повреждений.

Причиной возникновения трещин в несущих стенах явилась разность абсолютных длительных деформаций разно нагруженных продольных и поперечных стен, которая превысила предельное значение по трещинообразованию.

Анализ проектной документации показал, что при проектировании зданий конструктивные требования СНиП II-22-81 по выравниванию свободных деформаций несущих и самонесущих стен в основном были вы-

УДК 625
ОСОБЕННОСТИ ПСИХО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ВОСПРИЯТИЯ
ВОДИТЕЛЕМ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ

Н.А.ГРИШИНА, Ю.И.ПИКУЛИН, И.А.ЦУПЕНКОВ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Физические и психофизиологические требования к водителям транспортных средств могут быть определены исходя из анализа деятельности водителя автомобиля. Водитель должен воспринимать большое количество информации о характере и режиме движения всех его участников, о состоянии значительного количества параметров дороги, окружающей среды, средств регулирования, о состоянии узлов и агрегатов автомобиля (с помощью различных приборов) и т.д. Также, водитель должен проводить переработку получаемой информации, в результате чего принимается соответствующее решение и действия.

Работа водителя может выполняться в различном темпе и при различной степени напряжения. На степень рабочей нагрузки водителя оказывают влияние интенсивность и скорость движения автомобиля. Регулируя скорость движения, водитель, если он не находится в потоке автомобилей, сам устанавливает для себя оптимальный темп работы с учетом своих психофизиологических возможностей и дорожной обстановки.

Водитель при управлении автомобилем в условиях интенсивного городского движения выполняет от 40 до 50 операций на 1 км пути. При скорости движения автомобиля 20 км/ч расстояние в 1 км будет преодолено за 180 с, следовательно, на одну операцию в среднем приходится от 3,6 до 4,5 с. При большей скорости паузы между операциями резко уменьшаются. Так, при скорости автомобиля 30 км/ч в среднем каждая операция выполняется от 2,4 до 3,0 с, а при скорости 40 км/ч — от 1,8 до 2,5 с. Время реакции водителя при управлении автомобилем непостоянно. Оно может изменяться под влиянием различных причин. Среднее время реакции на опасность колеблется от 0,3 до 0,6 с. Наиболее медленно реагируют водители, которые недавно были участниками дорожно-транспортного происшествия.

Поэтому сохранение высокой работоспособности водителей является важнейшим фактором в обеспечении безопасности дорожного движения. Степень утомления зависит от продолжительности работы. Чем больше рабочий день водителя, тем более выражено утомление, более вероятны ошибки.

УДК 621.787.4
АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНСТРУМЕНТА
ДЛЯ СУПЕРФИНИШНОЙ ПНЕВМОЦЕНТРОБЕЖНОЙ ОБРАБОТКИ

А.П.МИНАКОВ, Е.В.ИЛЮШИНА
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

К основным аэродинамическим характеристикам инструмента для суперфинишной ПЦО относятся: располагаемая работа; скорость истечения воздуха через сопла; массовый и объемный расход воздуха, протекающего через выходное сечение, а также форма и размеры сопел, через которые происходит истечение.

Кинетическая энергия потока воздуха при выходе из сопла превращается в полезную работу по вращению шаров в рабочей камере инструмента. Эта работа называется располагаемой работой или технической работой и складывается из работы расширения потока в сопле и работы проталкивания, затрачиваемой на перемещение воздуха в инструменте.

Скорость истечения, массовый и объемный расход воздуха в процессе суперфинишной ПЦО определяются по известным формулам газодинамики или термодинамики и зависят лишь от формы сопел инструмента и установленного процесса истечения через них.

При прохождении воздуха через сужающиеся или цилиндрические сопла инструмента, может быть два варианта истечения.

1. Если давление среды, куда происходит истечение, больше критического давления ($p_{cp} > p_{кр}$), то давление воздуха в выходном сечении сопел равно давлению среды ($p_2 = p_{cp}$) и такой режим истечения называется докритическим.

2. Если давление среды, куда происходит истечение, меньше или равно критическому давлению ($p_{cp} \leq p_{кр}$), то давление воздуха в выходном сечении сопел равно критическому давлению ($p_2 = p_{кр}$) и такой режим истечения называется критическим. Этому режиму соответствуют: наибольший массовый расход M_{max} , максимальная скорость истечения, называемая критической $c_{кр}$, и минимальное давление на выходе из сопла $p_{кр}$.

Таким образом, использование сужающихся конических или цилиндрических сопел в конструкции инструмента не позволяет перевести скорость струи через критическую, однако, конструкция цилиндрических сопел самая технологичная из-за малой трудоемкости изготовления, а конические сопла имеют больший коэффициент скорости струи и расхода воздуха. Для полного использования перепада давлений и достижения на выходе из сопла сверхзвуковой скорости истечения необходимо использовать сопла Лавала.

К.Д.МИРОНОВ, Д.К.МИРОНОВ

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

Среди приоритетов в деятельности Республики Беларусь особое место занимают вопросы защиты жизни и охраны здоровья граждан. Важнейшим требованием к производству является не только выпуск определенной продукции, но и обеспечение таких условий труда, при которых было бы невозможно возникновение травм и профессиональных заболеваний у работающих.

На филиале РУПП «БелАЗ-МоАЗ» им. С.М. Кирова был проведен общий анализ травматизма за 13 лет (1996 – 2008 г.г.). Источником для изучения указанных вопросов явились акты формы Н-1 и отчеты службы охраны труда завода. Для характеристики уровня производственного травматизма распространение получил статистический метод, который характеризуется коэффициентами частоты и тяжести. Результаты расчетов величин коэффициентов указывают, что динамика изменения коэффициентов не имеет тенденции к увеличению или уменьшению, а носит волновой характер. Так, за указанный период, число несчастных случаев находилось в пределах 7-25, коэффициент частоты – 2,9-6,38, а коэффициент тяжести – 9,7-29,2.

Следует отметить, что по заводу наблюдается тенденция снижения производственного травматизма. Если в 1996-1999 гг. число несчастных случаев находилось в пределах 21-25, то этот показатель в 2006-2008 гг. составил 7.

Анализ причин производственного травматизма показывает, что основными из них являются: неудовлетворительное содержание и недостатки в организации рабочих мест (30 %); эксплуатация неисправных, несоответствующих требованиям безопасности машин, механизмов (30 %); нарушение потерпевшими трудовой и производственной дисциплины, требований инструкций по охране труда (18%); личная неосторожность; невнимательность потерпевшего (12 %).

Для реализации Директивы от 11.03.2004 № 1 Президента РБ на заводе разработаны соответствующие мероприятия, позволяющие нанимателю реализовать свои обязанности по обеспечению требований охраны труда.

Н.А.ГРИШИНА, А.О.ВОЛКОВИЧ, Н.А.БОГДАНОВ

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

К оснащению дороги предъявляются разнообразные требования: она должна обеспечивать безопасность движения при различных погодных условиях и условиях видимости (активная безопасность), а также - в случае съезда транспортного средства с проезжей части уменьшать последствия ДТП (пассивная безопасность).

Выбирают решения, требующие меньших затрат, учитывая защиту окружающей среды и разные эксплуатационные требования. Все это требует разработки и дальнейшего совершенствования национальных и европейских норм.

Целью европейской гармонизации является устранение всех препятствий в торговле и обеспечение свободного обмена строительной продукцией, товарами и услугами внутри ЕС.

Согласно §41 и §42 Правил дорожного движения, разметка проезжей части является дорожным знаком и служит для регулирования движения, повышения безопасности движения, улучшения процесса движения.

Важнейшие требования к разметке - видимость в дневное и ночное время, шероховатость, стойкость и длительный срок службы.

Защитными сооружениями являются системы, отклоняющие и удерживающие сошедшие с проезжей части транспортные средства.

Определенную во время испытания эффективность систем классифицируют по ступеням. Основная характеристика – удерживающая способность системы – поделена в зависимости от вида ударившегося о нее транспортного средства и от энергии удара на 6 ступеней.

Оснащение дороги эффективным светотехническим оборудованием и/или соответствующим освещением позволяет быть дорожному движению более безопасным и плавным, устанавливая связь между участниками движения, а также дорогой и ее окружением.

Различают ретрорефлектирующие дорожные знаки и дорожные знаки переменного действия.

Национальные предписания по светотехническим требованиям к различным дорожным знакам будут заменены европейскими нормами DIN EN 12899 и DIN EN 12966.

УДК 625
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ
ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ОБЛАСТИ ТЕПЛО- ХЛАДОСНАБЖЕНИЯ

Е.В.ГОРБЕНКОВА

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

Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов представляет собой одну из актуальных проблем.

Одним из перспективных путей решения этой проблемы является применение новых энергосберегающих технологий и оборудования, использующих нетрадиционные источники энергии.

В качестве приоритетного направления более широкого использования нетрадиционных источников энергии наибольший интерес представляет область тепло- хладоснабжения, являющаяся сегодня одним из наиболее емких мировых потребителей топливно-энергетических ресурсов.

Преимущества технологий тепло- хладоснабжения, использующих нетрадиционные источники энергии, в сравнении с их традиционными аналогами связаны не только со значительными сокращениями затрат энергии в системах жизнеобеспечения зданий и сооружений, но и с их экологической чистотой, а также новыми возможностями в области повышения степени автономности систем теплоснабжения.

Представляется, что именно эти качества будут иметь определяющее значение в формировании конкурентной ситуации на рынке тепло-хладогенерирующего оборудования, как в нашей стране, так и за рубежом.

Тепло- хладоснабжение с помощью тепловых насосов относится к области энергосберегающих экологически чистых технологий и получает все большее распространение в мире. Эта технология, наряду с другими энергосберегающими технологиями (использование солнечной, ветровой энергии, энергии Океана и т.п.), относится к технологиям XXI века.

Грунтовые и подземные воды обладают достаточно высокой теплоотдачей и имеют постоянную температуру, что обеспечивает эффективность и стабильность режимов работы тепловых насосов.

Подземные воды, так же как и поверхностные слои земли, могут быть использованы в качестве источника тепла для индивидуальных домов, многоквартирных зданий и районных котельных.

Температура подземных вод обычно является постоянной на глубине 15-20 м, и составляет 6-8 °С. При использовании грунтовых и подземных вод в качестве источника низкопотенциального тепла необходимо учитывать риск нарушения их гидрологического и экологического баланса.

УДК 621.78
ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРЕХОДОВ
ПРИ ХОЛОДНОЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКЕ
ПРОГРЕССИВНЫХ КРЕПЕЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ
ВЕЛИЧИНЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИИ
И СИЛЫ ДЕФОРМИРОВАНИЯ

А.С.НИКИЦОВ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
ф-л «МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ИНДУСТРИАЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА» в г. Рославле Смоленской области
Рославль, Россия

Развитие машиностроения и зависящих от него других областей промышленности тесно связано с масштабным использованием металлов. Распространенными деталями различных машин, механизмов и конструкций являются крепежные изделия, которые изготавливают горячей, холодной штамповкой или точением. До 90 % крепежных изделий изготавливают холодной штамповкой. Производство крепежных изделий методом холодного деформирования обеспечивает наиболее эффективное использование металла (КИМ до 95 %). При холодной высадке изделий из прутковой или бунтовой стали почти полностью исключаются потери металла и появляется возможность использования высокопроизводительного автоматизированного оборудования. При этом необходимо использовать металл (заготовки), способный выдерживать высокие деформации (до 80-90 %) без разрушения и приобретать в результате последующей термической обработки необходимый уровень свойств. Стремление конструкторов к снижению удельного веса машин, механизмов, конструкций, а так же повышению их мощности, прочности и долговечности вынуждает применять стали, легированные различными элементами. Для получения высокопрочного крепежа (в том числе болтов для автомобильной промышленности классов прочности 8.8 и выше) в качестве исходного материала используют среднеуглеродистые легированные (35, 40, 40X, 38XA, 40XH2MA, 38XГНМ), а также экономно легированные борсодержащие стали марок 12Г1Р, 20Г2Р, 30-35Г1Р.

При производстве крепежных деталей методом холодной объемной штамповки (ХОШ) актуальными являются вопросы обеспечения высокого качества, прочности и надежности продукции, а также повышение стойкости штамповочного инструмента (пуансонов, матриц, вставок и т.д.) и снижение затрат на их изготовление.

Предполагается, что повышение стойкости инструмента в несколько раз можно обеспечить снижением нагрузок на инструмент в результате снижения сопротивления деформации и сил деформирования.

Применение традиционных методов проектирования технологических процессов (ХОШ) и внедрение в производство не всегда позволяет решить

перечисленные задачи и обеспечить оптимальное сочетание требуемого качества готовой детали и минимальных сроков и затрат на производство.

Одним из эффективных подходов к решению данных проблем является комплексное применение систем автоматизированного проектирования на основе передовых компьютерных технологий:

– CAD систем проектирования технологических процессов (T FLEX, AutoCAD, Pro/Engineer, Solid Works, Unigraphics и др.);

– CAE систем - программных комплексов автоматизированного инженерного анализа процессов объемной штамповки (DEFORM, SUPERFORG/SUPER FORM, MSC.SuperForge, FINEL, QForm и др.);

– PDM систем - автоматизированных комплексов подготовки производства (T FLEX/DOCs/ Технология, iMAN, T FLEX/ТехноПро, Компас Автопроект, TechnologiCS и др.).

При использовании данного программного комплекса появляются возможности по проверке и оптимизации геометрии инструмента, исходных размеров и материала заготовки, параметров оборудования, смазочного материала и других параметров технологического процесса до изготовления инструментальной оснастки и промышленной проверки новой технологии.

Также система QForm имеет большой набор встроенных возможностей: можно определять энергосиловые параметры технологического процесса, проводить расчет кинематики течения металла и температурных полей, исследовать напряженно-деформированное состояние заготовки и инструмента и т.д.

Применение программного комплекса QForm при разработке процессов ХОШ крепежных деталей позволяет значительно сократить сроки изготовления и доводки инструментальной оснастки, снизить материальные издержки на подготовку производства и сократить общие сроки внедрения разрабатываемой технологии в производство.

Существенное снижение величин сопротивления деформации и сил деформирования на каждом переходе и, соответственно, суммарной силы деформирования при ХОШ болтов со сложными фасонными головками приводит к снижению нагрузок на штамповочный инструмент, что, в свою очередь, в несколько раз может повысить стойкость инструмента.

Одним из эффективных подходов к решению вопросов обеспечения высокого качества продукции, сокращения сроков внедрения в производство и снижения затрат при производстве крепежных деталей методами ХОШ является комплексное применение систем автоматизированного проектирования (CAD, CAE, PDM) на основе компьютерных технологий.

Снижение величин сопротивления деформации и силы деформирования при ХОШ крепежных деталей, при использовании исходного материала в предварительно деформированном состоянии, приводит к снижению нагрузок на штамповочный инструмент, что в несколько раз может повысить стойкость инструмента.

Нужные сцепные качества дорожного покрытия и лучшие условия фиксации каменного материала в битуме будут в случае, когда кусочки щебня оказываются погруженными в него примерно на 2/3 своей высоты. При меньшей глубине погружения происходит их интенсивное вырывание из полотна дороги колесами автомобиля, при большей – ухудшаются условия сцепления.

Следует отметить, что для увеличения прочности дорожного покрытия или обработки частично разрушенного, когда суммарная площадь ямок достигает 10 % общей его площади, каменный материал укладывают в два слоя. Для первого используют щебень фракции 15-20 мм, для второго – 5-10 мм.

Основные положения технологи поверхностной обработки следующие.

Обработку вспененным битумом целесообразно проводить в летний период на сухом или слегка влажном покрытии. Начинать работы следует с 10-11 часов утра, так как к этому времени дорожное покрытие достаточно прогревается. Его предварительно чистят от грязи, подметают и проводят ямочный ремонт. Затем производят разлив вяжущего, температура которого должна быть в пределах 160 °С. Его наносят на половине проезжей части автодороги без разрывов и пропусков. После этого рассыпают щебень, который распределяют ровным слоем толщиной в одну щебенку. Далее слой щебня подвергают укатке, вначале легкими катками с гладкими вальцами, а затем средними – на пневматических шинах. Катки двигаются в 2-3 прохода по одному следу со скоростью 2-5 км/ч. Для улучшения формирования свежееуложенного слоя движение технологического транспорта рекомендуется направлять по нему, но в «разбежку», чтобы исключить образование колеи.

При устройстве двойной поверхностной обработки вяжущий реагент разливают в два приема. За первый вносят 25 % от нормы, за второй – 75%. Распределение и укатка щебня выполняется после каждого разлива битума аналогично технологии однослойной обработки.

Через сутки после завершения дорожных работ следует смести с полотна незакрепленный щебень, и можно открывать движение. В течение первых пяти дней автомобильный транспорт должен двигаться по дороге с обработанным покрытием со скоростью не более 40 км/ч.

Материалы по описанной технологии представлены РУП «Могилевавтодор».

УДК 625.7
ПРОПАГАНДА ТЕХНОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ
ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

Н.Н.ГОБРАЛЕВ, П.Н.ГОБРАЛЕВ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Находящиеся в эксплуатации автомобильные дороги подвергаются ряду неблагоприятных воздействий, которые приводят к их разрушению. Проникающая из основания влага, скапливаясь в микропустотах искусственных дорожных покрытий, при проезде по ним транспортных средств из-за резкого возрастания внутрислойных давлений разрывает покрытие. Аналогичная ситуация происходит при замерзании влаги. Кроме того, колеса автомобилей истирают поверхностный слой дорожного покрытия.

Продлить срок его эксплуатации возможно главным образом уменьшением водопроницаемости покрытия и обеспечением рациональной эластичности и прочности применяемых минеральных материалов. Улучшению эксплуатационных качеств автодороги способствует создание на поверхности покрытия достаточной шероховатости.

Все эти желаемые положительные аспекты могут быть реализованы при проведении поверхностной обработки автодорог с применением вспененного битума.

Вспененный битум представляет собой субстанцию из пузырьков воздушно-паровой смеси, стенки которых есть пленка битума. Учитывая, что в составе битума кроме асфальтенов имеются и легкие компоненты (масла и смолы), добиться эффекта вспенивания несложно. Достаточно подогреть до температуры 160 °С битум в количестве 1-3 % от массы. Пенообразный битум обладает повышенной энергией взаимодействия и малой вязкостью, что способствует его хорошим адсорбционным свойствам к поверхности дороги и вносимому минеральному материалу (щебню). Снижение в 2,5-3 раза вязкости при вспенивании придает ему хорошую подвижность и способность равномерно, тонким слоем распределяться по покрытию, проникать в щели и трещины, как на щебне, так и между щебенками.

Для обеспечения лучших сцепных качеств с битумом каменный материал подвергается «чернению». Проводится это, как правило, на стационарных асфальтобетонных установках с принудительным или свободным перемешиванием, куда подаются подогретые щебень (до температуры 120–150 °С) и вяжущее (до температуры 100–140 °С). Расход вяжущего составляет 1,0–1,5 % от массы щебня. Перемешивание длится в пределах 3 минут.

УДК 621.833.389
ЗУБЧАТОЕ РЕДУКТОРНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ РУЧНОГО
ПЕРЕМЕЩЕНИЯ КАБИНЫ ЛИФТА

М.Ф.ПАШКЕВИЧ, О.Е.ПЕЧКОВСКАЯ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Для ручного перемещения кабины лифта, остановившейся по каким-либо причинам между этажами здания, используется рычажное устройство. Это устройство представляет собой ступицу с центральным отверстием, снабженным шпоночным пазом для ее установки на свободном конце вала электродвигателя, и штурвал, связанный со ступицей, для передачи вращающего момента на вал электродвигателя. Таким устройством комплектуются все лифты, изготавливаемые на лифтостроительных заводах.

Это устройство является немеханизированным, ручным рычажным устройством. Оно позволяет развивать момент, зависящий от диаметра штурвала и приложенной к штурвалу силы. И чем больше момент требуется приложить к валу остановившегося электродвигателя, тем больше должен быть диаметр штурвала. Например, для пассажирских лифтов изготавливаются такие устройства с диаметром штурвала 1500 мм и более. Такие размеры влекут за собой и другие недостатки – большую материалоемкость и неудобство в работе. Эти недостатки обусловлены тем, что в данном устройстве нет усилителя момента, в качестве которого может выступать редуктор.

Известно также устройство для ручного перемещения подъемника (патент Германии WO 01/87755 A1) содержащее корпус, размещенный в корпусе редуцирующий узел, выполненный в виде червячного редуктора и снабженный ступицей со шпоночным пазом для установки на вал двигателя, съемный штурвал, неподвижно связываемый с ведущим звеном редуцирующего узла, и закрепленную на корпусе опору в виде штифта для создания крутящего момента. Это устройство на основе червячного редуктора имеет большую массу, а потому неудобно в работе.

Если же выполнить редуцирующий узел в виде планетарного зубчатого редуктора, корпус которого установлен на ступице с возможностью свободного вращения относительно нее и снабжен зубчатым венцом, то устройство окажется значительно меньшим по габаритам и более удобным в эксплуатации. Планетарные редукторы, как известно, обладают самыми малыми массогабаритными параметрами по сравнению с другими зубчатыми редукторами и особенно червячными. Снижению материалоемкости здесь способствует также и то, что корпус снабжен зубчатым венцом и выполняет функцию центрального колеса, а передача вращения от сател-

лита к ведомому звену-ступице производится при помощи простейшего и малогабаритного устройства, т.е. при помощи осей, размещенных в отверстиях сателлита.

Устройство содержит ступицу, штурвал, служащий для передачи вращающего момента на ступицу, корпус, снабженный зубчатым венцом, исполняющим роль центрального колеса редуктора, крышку, поддерживающую эксцентриковый вал, на котором установлен с возможностью свободного вращения сателлит, состоящий в зацеплении с зубчатым венцом корпуса и снабженный неподвижно закрепленными в нем осями. На корпусе редуктора закреплена вилка, которая служит для связи с неподвижным основанием – корпусом приводного электродвигателя. Ступица снабжена фланцем с гнездами для размещения в этих гнездах осей сателлита.

Передаточное отношение редуцирующего узла i определяется количеством зубьев z_1 зубчатого венца на корпусе и количеством зубьев z_2 сателлита в соответствии с известным для планетарных зубчатых редукторов соотношением $i = z_2 / (z_2 - z_1)$.

Работает зубчатое редукторное устройство для ручного перемещения кабины лифта следующим образом. При возникновении необходимости перемещать кабину лифта вручную, устройство надевают на свободный конец вала электродвигателя и затормаживают корпус редуктора при помощи вилки. Надевают штурвал на эксцентриковый вал редуктора и, вращая этот штурвал, приводят ведущий вал редуктора во вращение. При этом крышка редуктора, в которой установлен подшипник, поддерживает эксцентриковый вал с закрепленным на нем с возможностью свободного вращения сателлитом. При вращении вала сателлит обкатывается по зубчатому венцу корпуса и получает вращение вокруг своей геометрической оси. Это вращение при помощи осей передается на ступицу и, соответственно, на вал электродвигателя.

Таким образом, на вал электродвигателя передается редуцированное вращение. И если к ведущему валу редуцирующего узла посредством штурвала приложен момент M_1 , а редуцирующий узел имеет передаточное отношение i и величину КПД η , то момент M_2 на его выходном звене, ступице, окажется равным $M_2 = M_1 i \eta$. Следовательно, использование редуцирующего узла приводит к усилению момента в $(i \eta)$ раз.

В рассматриваемой конструкции размеры штурвала невелики, его диаметр составляет 300-400 мм.

Таким образом, в данной конструкции решена поставленная задача снижения материалоемкости устройства, облегчения ручного подъема кабины лифта и удобства в работе.

риала напрямую зависит от концентрации раствора NaOH и от количества ПАВ внесенного в битум.

Табл. 1. Исследования по оценке % отслоения битумной пленки от поверхности минерального материала

Номер состава	Концентрация раствора NaOH, %	Концентрация КО СЖК в битуме, %	Отслоение пленки битума, %
1	0,2	2	18
2	0,3	2	15
3	0,4	2	8
4	0,2	4	4
5	0,3	4	2
6	0,4	4	0

Наибольшая степень адгезии достигнут в составах № 6 (табл. 1).

По предлагаемой технологии был изготовлен и испытан черный щебень. Некоторые результаты экспериментальных исследований приведены в табл. 2.

Табл. 2. Экспериментальные исследования

№	Наименование показателя	Значение показателя
1	Средняя плотность, кг/см ³	2430
2	Марка по морозостойкости, количество циклов замораживания и оттаивания	60
3	Марка по дробимости	600
4	Марка по прочности	600

На основании проведенных теоретических изысканий и лабораторных исследований можно сделать следующие выводы:

- в результате предлагаемой технологии протекает процесс самопроизвольного эмульгирования битума;
- использование в качестве вяжущего битумной эмульсии позволяет производить укладку материала в холодном состоянии при повышенной влажности окружающей среды;
- основные физико-механические показатели черного щебня, изготовленного по предлагаемой технологии, отвечают всем требованиям, предъявляемым к материалам для устройства покрытий и оснований из щебня обработанного органическими вяжущими (ВСН 123-77);

Таким образом, можно рекомендовать применение черного щебня, изготовленного по предлагаемой технологии, для строительства и ремонта конструктивных слоев дорожных одежд.

УДК 625.7

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЧЕРНОГО ЩЕБНЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭФФЕКТА САМОПРОИЗВОЛЬНОГО
ЭМУЛЬГИРОВАНИЯ БИТУМА

А.В.ВИХРЕВ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Владимир, Россия

Черный щебень это один из наиболее распространенных дорожно-строительных материалов.

Модуль упругости слоев из черного щебня, обработанного органическим вяжущим в установке, в 1,4 – 1,5 раз выше модуля упругости слоев из щебня той же марки, построенных по способу пропитки.

Однако используемый в настоящее время черный щебень, приготовленный на жидких и вязких битумах, не в полной мере отвечает предъявляемым требованиям, так как его применение ограничено жесткими нормами по допустимой температуре укладки и влажности. Таким образом, существует проблема получения черного щебня, который можно укладывать в широком интервале температур при повышенной влажности окружающей среды.

Для решения поставленной проблемы предлагается новая технология приготовления черного щебня, основанная на использовании принципа самопроизвольного эмульгирования битума. Механизм самопроизвольного эмульгирования может быть выражен в виде реакции нейтрализации.

Суть предлагаемой технологии состоит в возможности получения битумной эмульсии непосредственно в смесительной установке, при перемешивании щебня с органическим вяжущим.

На основании предварительных исследований свойств различных составов битумных эмульсий, приготовленных в стандартных условиях (ГОСТ – Р – 52,128-03), установлены интервалы варьирования основных факторов влияющих на свойства получаемой эмульсии:

Водный раствор NaOH	- 0,2 – 0,4 %
КО СЖК	- 1,5 – 3,0 %
HCL	- 2,0 - 4,0 %

Для определения влияния указанных факторов на свойства черного щебня были проведены исследования по оценке % отслоения битумной пленки от поверхности минерального материала (табл. 1).

Результаты испытаний показали, что важнейший для черного щебня показатель – степень адгезии битума к поверхности минерального мате-

УДК 621.01: 004: 347.78

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ СБОРКИ МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ НА
ОСНОВЕ АНАЛИЗА ФУНКЦИИ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ПОГРЕШНОСТИ

В.М.ПАШКЕВИЧ

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

Функция кинематической погрешности механических передач представляет собой весьма ценный контрольно-диагностический параметр, содержащий в себе комплексную информацию как о точности изготовления деталей передачи, так и погрешностях ее сборки. Как правило, такие погрешности проявляются в виде набора спектральных составляющих амплитудно-частотного спектра кинематической погрешности.

На основе трехмерного моделирования кинематической погрешности передач установлено, что такая погрешность сборки передачи, как перекося валов в пространстве, приводит к заметному возрастанию гармонических составляющих, кратных зубцовой частоте передачи. Обычно, кратность таких составляющих не превышает 2-3. В то же время, циклическая погрешность, связанная с условиями контакта деталей зацепления в пределах активной боковой поверхности зубьев, проявляется с кратностью 3-4 и более. Это позволяет разделить влияние погрешностей сборки передачи и погрешности изготовления ее деталей.

Повышенный радиальный зазор подшипников, а также погрешности сборки, связанные с влиянием подшипников, проявляются в виде средне-частотного участка спектра. Частота и амплитуда таких составляющих определяется геометрическими параметрами подшипника (средний диаметр, диаметр тел качения, угол контакта) и величиной его радиального зазора. При этом вал совершает в подшипниковых опорах плавающее движение, приводящее к изменению радиуса контакта зубьев и вызывающее частотную модуляцию зубцовых составляющих кинематической погрешности. Частота таких составляющих может меняться до 1.5-2 раз, поэтому их обнаружение наиболее эффективно может быть получено с использованием компьютерной измерительной системы с функцией спектроанализатора.

Выявленные закономерности получили экспериментальное подтверждение в условиях РУП «Могилевлифтмаш» и используются программно-аппаратным комплексом на базе ПЭВМ *KINEMATOMETER* для оценки кинематической точности и плавности передач, а также для управления точностью сборки червячных передач.

УДК 621.9
ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ КОНСТРУКЦИИ
СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ПРИ ИХ
АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

В.М.ПАШКЕВИЧ, М.Н.МИРОНОВА

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

Проектирование и расчет станочных приспособлений представляют собой актуальную задачу для технологии машиностроения. Для решения подобных задач может быть использован подход, базирующийся на технологиях искусственного интеллекта, в частности, технологиях функциональных семантических сетей, который учитывает функциональные взаимосвязи между параметрами обработки и параметрами применяемой технологической оснастки.

Для реализации подхода, базирующегося на технологиях функциональных семантических сетей, была создана интеллектуальная система, осуществляющая расчет станочных приспособлений. Данная система позволяет успешно решать задачи, связанные с расчетом параметров технологической оснастки на основе многофакторной оптимизации на семантической сети.

При определении оптимальных параметров элементов станочных приспособлений задается структура объекта, исходя из его функционального назначения и имеющихся реальных элементов, а также накладываются ограничения на параметры системы, значения которых не должны быть меньше или превышать заданные.

Используемая в данной системе информационная модель основана на определении конструкции как множества метрически определенных конструктивных элементов. Каждый конструктивный элемент при этом считается обладающим геометрическими, физическими, технологическими, функциональными, структурными и другими свойствами.

Обозначив информационную модель конструкции через \bar{K} , можно записать, что $\bar{K} = \{\bar{K}_1, \bar{K}_2, \dots, \bar{K}_n\} = \{\bar{K}_i\}_{i=1}^n$, где \bar{K}_i – метрическая определенность i -ого конструктивного элемента; n – число элементов в конструкции приспособления.

Метрическая определенность i -ого конструктивного элемента можно выразить с помощью выражения $\bar{K}_i = (TKЭ, KЭ_i, \bar{v}_i)$, где $TKЭ$ – тип конструктивного элемента; $KЭ_i$ – код (название) i -го конструктивного элемента приспособления; $\bar{v}_i = (v_1, \dots, v_q)$ – вектор размерных характеристик i -го конструктивного элемента.

снижением трудозатрат, повышением степени механизации и автоматизации производства изделий. Пеностекло, в свою очередь, является универсальным теплоизоляционным материалом с присущими только ему уникальными теплофизическими и эксплуатационными свойствами: широчайшим температурным диапазоном применения, абсолютной непроницаемостью для воды, абсолютной негорючестью, стабильностью размеров (отсутствием усадки), стойкостью к агрессивным средам, в том числе к кислотам, высокими прочностными показателями, экологической чистотой. Оригинально соединенные в единое целое, эти материалы представляют собой уникальную конструкцию, сочетающую в себе лучшие свойства каждого материала и обладающую следующими параметрами:

Габаритные размеры блока	–	360×280×220(h) мм
Объем блока	–	0,0214 м ³
Объем стеклофибробетона	–	0,0024 м ³
Объем пеностекла	–	0,013 м ³
Масса блока	–	9,5 кг
Термическое сопротивление блока	–	не менее 3,5 м ² °С/Вт
Водонепроницаемость	–	не ниже W8
Огнестойкость	–	не горючий
Морозостойкость	–	не менее 200 циклов
Предел прочности на сжатие	–	не ниже 1,5 МПа

Предлагаемая авторами конструкция позволяет изготавливать блоки различных размеров в зависимости от проектного решения.

Помимо вышеперечисленных, необходимо отметить ряд дополнительных качеств, позволяющих эффективно эксплуатировать данные блоки: повышенную коррозионную стойкость и как следствие – значительную долговечность; возможность выполнения фасадной стороны блока с декоративной отделкой в заводских условиях.

Предлагаемый композиционный блок позволяет значительно увеличить термическое сопротивление наружных стен (в 1,5 и более раз по сравнению с нормативным) и в то же время снизить на величину не менее 10 % стоимость устройства поэтажно опертых наружных стен в многоэтажных жилых зданиях по сравнению со стенами из газосиликатных блоков, массово применяемых в строительстве в настоящее время.

Уникальное сочетание прочностных и теплофизических свойств композиционного блока при высокой его технологичности производства позволяет ему занять достойное место в области использования ресурсосберегающих технологий при строительстве многоэтажных зданий в республике.

БЛОК КОМПОЗИЦИОННЫЙ СТЕНОВОЙ ДЛЯ
КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

А.А.ВАСИЛЬЕВ, С.В.ДЗИРКО, А.В.ГЕРАЩЕНКО

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Гомель, Беларусь

Применяемые в настоящее время в Республике Беларусь для строительства многоэтажных жилых зданий архитектурно-конструктивно-технологические системы, такие как каркасные (сборно-монолитные, монолитные) и стеновые (поперечно-стеновые, продольно-стеновые, перекрестно-стеновые), позволяют снять нагрузку с наружных стен, сделать их поэтажно навесными или поэтажно опертыми. В связи с этим, стало возможным выполнять наружные стены с повышенным термическим сопротивлением. Однако, используемые традиционные теплоизоляционные материалы (газобетон, пенополистирол, минеральная вата), каждый, обладая рядом достоинств, имеют и определенные недостатки. А с учетом того, что объем строительства и ввода жилья постоянно увеличивается, для нового строительства значительно выросло нормативное значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, стоимость возведения наружных стен в многоэтажных жилых зданиях составляют около 20 % от стоимости строительства здания в целом, необходимо значительно экономить энергоносители. Создание современных материалов и конструкций, обеспечивающих высокие технико-экономические показатели, является одной из важнейших задач сегодняшнего дня.

Одним из видов ограждающих конструкций, сочетающих в себе лучшие технические и экономические качества существующих стеновых материалов, является предлагаемый коллективом авторов композиционный блок. Он представляет собой трехслойную конструкцию, в которой несущие слои выполнены из дисперсно-армированного бетона (стеклофибробетона). Теплоизолирующий слой – пеностекло. Соединяются наружный и внутренний слои стеклофибробетона системой гибких связей, выполняемых из стекловолоконной сетки.

Применение таких материалов для ограждающей конструкции оптимально, поскольку стеклофибробетон по сравнению с традиционным железобетоном обладает существенными техническими преимуществами: повышенной трещиностойкостью, ударной прочностью, вязкостью разрушения, износостойкостью, морозостойкостью, пониженными усадкой и ползучестью, возможностью использования в тонкостенных конструкциях без стержневой или сетчатой распределительной и поперечной арматуры,

Информационная модель конструкции формируется поэтапно по мере синтеза самой конструкции приспособления. Каждый этап процесса синтеза соответствует построению одной какой-либо функциональной группы конструктивных элементов. Для каждого из этапов синтеза приспособлений характерно двустадийность протекания процесса. На первой стадии осуществляется выбор схемы конструкции функциональной группы (схемы установки, схемы зажима и др.), на второй – ее конструктивное воплощение.

Первым этапом синтеза конструкции станочного приспособления является выбор схемы установки заготовки в приспособлении, то есть указывается следующая совокупность данных $\{P, \bar{\Delta}, \bar{\psi}, \Delta\bar{\psi}\}$, где P – тип базовой поверхности заготовки; $\bar{\Delta}$ – векторы размерных характеристик и допусков на размеры базовых поверхностей; $\bar{\psi}, \Delta\bar{\psi}$ – векторы координат расположения базовых поверхностей и допусков. На данном этапе указывается схема базирования заготовки в приспособлении. Здесь же конкретной схеме базирования ставится в соответствие некоторое множество допустимых схем установки заготовки.

Вторым этапом синтеза конструкции станочного приспособления при его силовом расчете является этап синтеза зажимных элементов приспособления. Здесь указывается схема зажима в виде совокупности данных $CZ = \{TZ\mathcal{E}, \mathcal{Z}\mathcal{E}_i, \bar{\Delta}_i\}_{i=1}^p$, где $TZ\mathcal{E}$ – тип i -го зажимного механизма $\mathcal{Z}\mathcal{E}_i$; $\bar{\Delta}_i$ – вектор размерных характеристик зажимного механизма; p – количество зажимных механизмов, входящих в состав конструкции приспособления.

При силовом расчете станочного приспособления необходимо указать тип применяемого привода и его размерные характеристики, то есть указывается следующая совокупность данных $P = \{TP, \bar{\Delta}\}$.

При расчете станочного приспособления на точность одним из этапов синтеза его конструкции является выбор схемы установки приспособления на столе станка, то есть указывается следующая совокупность данных $\{PV, \bar{\Delta}, \bar{v}, \Delta\bar{v}, \bar{\psi}, \Delta\bar{\psi}\}$, где PV – принцип установки приспособления на столе станка; $\bar{\Delta}$ – векторы размерных характеристик и допусков на размеры базовых поверхностей приспособления; $\bar{v}, \Delta\bar{v}$ – векторы размерных характеристик и допусков на размеры базисующих поверхностей станка; $\bar{\psi}, \Delta\bar{\psi}$ – векторы координат расположения базовых поверхностей и допусков на них.

Таким образом, рассмотренные разновидности информации, а также средства ее подготовки, организации и управления образуют информационную основу процессов автоматизированного проектирования приспособлений данной системой.

УДК 621.78
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПР ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ВЫСОКОСТОЙКОГО
ИНСТРУМЕНТА ПРИМЕНЯЕМОГО ПРИ ХОЛОДНОЙ ВЫСАДКЕ

Н.Г. ПЕТРАЧКОВ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
ф-л «МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ИНДУСТРИАЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА» в г. Рославле Смоленской области
Рославль, Россия

Холодная объемная штамповка (высадка, выдавливание) находит в промышленности все более широкое применение. Методами холодной высадки и холодного выдавливания изготавливают метизы (болты, заклепки, шурупы, гайки) и различные детали (клапаны, пресс-масленки, шестерни, звездочки, шайбы, тьюбики, валики, поршневые пальцы, мундштуки, детали с фланцами, полюсы роторов для генераторов переменного тока, корпуса муфт и шестерен стартера, кулачковые барабаны и др.).

Холодная высадка и холодное выдавливание находят широкое применение вследствие более высокого коэффициента использования металла (до 95 %) по сравнению с резанием (35-60 %); высокой производительности, которая при высадке в 5, 10 и более раз больше производительности токарного автомата; высокого качества деталей, что обусловливается благоприятным расположением в них волокон и высокой чистотой их поверхности.

Производство метизов сложный и трудоёмкий процесс. Предприятия, специализирующиеся на их производстве, находятся в сложном экономическом положении. Метизное производство связано с издержками на поддержание складских комплексов, оборудования, кадров. А это немалые средства. У каждого отдельно взятого производителя узкий ассортимент продукции. При переходе на европейские стандарты в производстве метизов необходимо вносить изменения в существующие техпроцессы или разрабатывать новые, что влечет за собой увеличение издержек, проектирование нового инструмента. Небольшой штат сотрудников техотдела должен контролировать текущие техпроцессы, вносить изменения в них и разрабатывать новые, при этом необходимо переработать большой объем различной документации. Всё это затрудняет рост объемов и номенклатуры продукции и развитие производства.

Для решения проблемы загруженности технологов и конструкторов можно применить современные системы автоматизированного проектирования.

Увеличение мощности персональных компьютеров, снижение стоимости, хранения и обработки единицы информации привели к радикаль-

дую упругости при уровне нагружения 0,4 от разрушающего в соответствии с рекомендациями $E_{cm}=28,4 \cdot 10^4$ МПа. В качестве рабочей арматуры использовались два стержня диаметром 10 мм класса S500, сжатая арматура – два стержня диаметром 3 мм класса S500. Сопротивление арматурной стали принималось в соответствии с результатами испытаний, проведенными в соответствии с ГОСТ 12004-81, $f_{yk}=590$ МПа, $\sigma_{sc}=560$ МПа. Расстояние между приложенными силами $\ell=445$ мм.

По результатам испытания бетонных призм был построен график зависимости «напряжения – относительные деформации» (« $\sigma - \epsilon$ »), аппроксимированная (сглаженная) полиномиальная кривая этой зависимости, а также уравнение зависимости третьей степени (величина достоверности аппроксимации составляет $R^2=0,9995$). Обратная зависимость « $\epsilon - \sigma$ » при $R^2=0,9994$ (при построении полиномиальной кривой по третьей степени достоверность аппроксимации не достаточно высока: $R^2=0,9901$). Аналогичным образом по экспериментальным данным испытания опытной балки была получена зависимость распределения относительных деформаций по высоте сечения « $h - \epsilon$ » и обратная зависимость « $\epsilon - h$ ». При помощи программного продукта «Mathematica 6.0» получены зависимости $\sigma(h)$, $h(\sigma)$ и график распределения напряжений по высоте сечения опытной балки, по которой была вычислена высота сжатой зоны « x » (значением функции $h(\sigma)$ при $\sigma = 0$). По зависимости $\sigma(h)$ рассчитано значение напряжения в бетоне на верхней грани сечения ($\sigma=16,26$ МПа). Ошибка расчетного значения по сравнению с результатами испытания призм на сжатие составляет 1,09 %.

По результатам экспериментальных данных высота сжатой зоны $x=50$ мм, несущая способность $M=6,29$ кН·м, разрушающая нагрузка $P_{разр}=28$ кН; по результатам расчета опытного образца по упругопластической модели высота сжатой зоны $x=51$ мм, несущая способность $M=6,37$ кН·м, разрушающая нагрузка $P_{разр}=28,6$ кН.

На основании проведенных эмпирических и теоретических исследований и при сравнения результатов можно сделать вывод о том, что метод расчета сечений, нормальных к продольной оси, для изгибаемых элементов по упругопластической модели достаточно точно отражает действительное состояние конструкции и позволяет оценить ее несущую способность и дает незначительное (менее 5 %) отклонение от экспериментальных данных.

Ю.Г. БОЛОШЕНКО

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

В настоящее время существуют две основные методики расчета нормальных сечений железобетонных элементов: альтернативная модель, принятая в СНБ 5.03.01-02, и деформационная модель, считающаяся на данный момент наиболее перспективной.

При расчете по альтернативной модели эпюра напряжений принимается в виде прямоугольника, что значительно упрощает расчет, однако снижает его точность. Согласно принятой деформационной модели при расчете сечение железобетонного элемента рассматривается как совокупность элементарных площадок. Алгоритм определения несущей способности железобетонных элементов по нормальному сечению предусматривает шаговый метод последовательных нагружений, на каждом этапе которого реализован итерационный процесс вычисления относительных деформаций в элементарных площадках. Расчет по деформационной модели является более точным, однако, при этом сложным и трудоемким.

В упругопластической модели расчета нормальных сечений железобетонных конструкций за основу принята не прямоугольная, а трапециевидная эпюра напряжений. Высота сжатой зоны «х» находится путем решения квадратного уравнения, в котором множители при «х» и свободный член определяются в зависимости от прочностных и геометрических характеристик конструкции.

Для обоснования применимости упругопластической модели для расчета было произведено сопоставление расчетных значений и экспериментальных данных, а также линейного корреляционного анализа результатов эксперимента. В качестве примера можно привести расчет одного из образцов со следующими размерами поперечного сечения: ширина $b=95$ мм, высота $h=115$ мм, расстояние от нижней грани до центра тяжести растянутой арматуры $e=16$ мм, расстояние от верхней грани до центра тяжести сжатой арматуры $e'=15$ мм. Балка разрушилась при нагрузке $R_{разр}=28$ кН. Класс бетона был определен по результатам испытания бетонных кубов с размерами ребра 150×150 мм и призм с размерами поперечного сечения 150×150 мм высотой 600 мм в соответствии с ГОСТ 10180-90. В расчете был принят условный класс бетона $C' 21,17/16,44$. При помощи линейного корреляционного анализа было определено значение начального модуля упругости бетона $E_0=3,85 \cdot 10^4$ МПа, в расчете использовалось значение мо-

ному изменению наших представлений о возможностях использования вычислительной техники при работе с базами данных (БД). Современные системы автоматизированного проектирования (САПР) упростили общение пользователя с компьютерами, позволили непосредственно на рабочем месте потребителя производить машинную обработку больших объемов информации.

Основные задачи применения САПР в промышленности:

- обеспечение интегрированного хранения, модификации и коллективного доступа к данным;
- автоматизация математической обработки статистических и экспериментальных данных: нахождение их максимальных, средних и минимальных значений, расчеты по формулам, построение графиков;
- автоматизация подготовки отчетов, составления деловых бумаг, предоставление материала в требуемой форме;
- автоматизация технологической подготовки производства, проектирования маршрутных и операционных технологий, сокращение сроков составления текстовой и графической документации и, как следствие, сроков изготовления изделия;
- календарное планирование работы оборудования, выбор оптимальной программы выпуска;
- уменьшение стоимости проектов.

Системы автоматизированного проектирования инструмента избавят технологов и конструкторов от рутинной и однообразной работы, что позволит небольшому техотделу увеличивать номенклатуру производства. САПР позволит производить расчет размеров нового инструмента, сообщать конструктору о существующем инструменте, который подходит для производства изделия или может использоваться после доработки. Конструктор только выбирает путь решения задачи. Система производит необходимые расчеты, вносит нужные сведения в технологии, создает чертежи и схемы установки инструмента. Для работы системы должны быть созданы базы данных инструмента, технологий, вспомогательных деталей, которые используются при сборке технологической оснастки. Автоматизация расчетов позволит сократить время подготовки производства, выбрать наиболее выгодный вариант производства. САПР может так же разработать программы обработки для станков с ЧПУ. В результате большой комплекс документов, чертежей, схем, программ, а также необходимый инструмент и вспомогательные детали создаются за несколько дней, на что сейчас уходят месяцы.

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ
МАШИН МЕТОДАМИ ПОВЕРХНОСТНО-ПЛАСТИЧЕСКОГО
ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Д.Е. ПЕТРОВСКИЙ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
ф-л «МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ИНДУСТРИАЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА» в г. Рославле Смоленской области
Рославль, Россия

Усовершенствование рабочих процессов в машинах и ускоренное развитие техники является результатом усложнения условий работы агрегата в целом. В результате этого возрастают требования к эксплуатационным показателям деталей машин, что предопределяет актуальность ряда задач по исследованию качества поверхностного слоя деталей, а так же появляется потребность в поиске новых путей его улучшения. Состояние поверхностного слоя и его несущая способность, которая формируется на окончательных операциях изготовления деталей, это достигается в результате применения определенной технологии изготовления, определяет надежность и ресурс деталей машин. В настоящее время машиностроительное производство не имеет достаточной информации о технологическом обеспечении параметров состояния поверхностного слоя деталей, что в свою очередь приводит к завышению требований и удорожанию машин, либо к снижению надежности агрегата. В таких ситуациях чаще всего причиной поломки при эксплуатации являются процессы, которые проходят в поверхностном слое детали. Это может выразиться в образовании микротрещин на поверхности, изнашивания, окисления и т. д. Поэтому огромную роль в обработке, повышающей надежность поверхностного слоя деталей играет финишная обработка, которая изменяет свойства поверхностного слоя в контролируемых пределах. С целью повышения таких эксплуатационных характеристик как коррозионная стойкость, выносливость, износостойкость и др. в машиностроении для окончательной обработки поверхностей применяются методы поверхностно – пластического деформирования (ППД). Методы ППД делятся на три класса:

1) отделочно-упрочняющая обработка поверхностным пластическим деформированием. К такой обработке относят накатывание, обкатывание, раскатывание, выглаживание, виброобработку, динамическое упрочнение, электромеханическую и комбинированную обработку поверхностей деталей машин;

2) формообразующая обработка пластическим деформированием – накатывание зубьев, шлицев, резьб, фасонных поверхностей;

Камера линейного сканирования имеет пиксельное отображение только в одной плоскости, например, 1x2048 для камеры с высоким разрешением. Такие камеры в зависимости от конфигурации могут воспринимать картинку размером 1-2 мм x 2-4 мм. Поместив камеру таким образом, что короткое направление ориентировано в направлении движения и контролируя экспозицию для получения новой линейной картинки для каждых 1-2 м пути, можно соединить эти участки для получения одного довольно длинного изображения (напр. 100 км длиной на 4 м шириной). Соединение отдельных участков в одно длинное изображение производится специальным устройством, установленным в компьютере.

Для работы необходима камера, которая позволяет сканировать участок 15.000 – 30.000 раз в секунду, для того, чтобы соответствовать скорости транспортного средства. Искусственное освещение системы линейного сканирования также позволяет получить более качественное изображение, поскольку позволяет точно контролировать направление света. В установке применяется импульсное светодиодное освещение. Получаемый свет в 10 раз ярче солнечного, что позволяет устранить тени на покрытии.

После сохранения изображения на компьютере имеется возможность обрабатывать изображение различными способами:

- вручную анализировать изображение и классифицировать дефекты;
- автоматически определять дорожную разметку;
- автоматически определять дефекты поверхности дорожного покрытия.

Камера жестко закреплена в задней части транспортного средства и работает совместно с системой освещения и цифровым одомером. Каждая записанная строка изображения шириной 1 или 2 мм добавляется к предыдущим строкам, и составляют вместе один длинный непрерывный образ.

РУП «Белдорцентр» приобретена и внедрена в эксплуатацию установка по автоматизированному учету дефектов дорожных покрытий, основанная на использовании принципа линейного сканирования. В 2008 г. выполнены опытные измерения с ее использованием. Предварительные результаты показали, что потенциал установки чрезвычайно высок. Наличие подобной установки позволяет говорить о возможности проведения диагностики исследовательского уровня. Диагностика такого уровня позволит получить полностью объективную информацию о развитии повреждений на покрытии во времени. Это значит, что можно оценить любую технологию ремонта или строительства с точки зрения ее надежности и пригодности для конкретных условий.

УДК 625.7
ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ДЕФЕКТОВ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

С.В.БОГДАНОВИЧ, И.В.НЕСТЕРОВИЧ
Республиканское унитарное предприятие «БЕЛДОРЦЕНТР»
Минск, Беларусь

При выполнении диагностики автомобильных дорог принято выделять два вида работ: инструментальное обследование и визуальное обследование.

Прогресс в области электроники и измерительной техники привел к тому, что инструментальные измерения транспортно-эксплуатационных показателей автомобильной дороги становятся все более точными. Для измерения ровности, шероховатости, а в последнее время и прочности используется лазерная техника, позволяющая достичь высокой производительности работ.

Совершенно другая ситуация имеет место в случае с визуальным обследованием, которое в настоящее время обладает рядом недостатков. Обследование выполняется в процессе движения: пешком или из автомобиля, перемещающегося с небольшой скоростью. При визуальном обследовании визуально определяется наличие на покрытии дефектов различного вида и также визуально определяется их объем: длина трещин и колеи, площадь выбоин, заплат, сетки трещин и т.д.

Визуальное определение объемов дефектов является субъективным и неточным. Для преодоления этих недостатков в последние годы появляются различные высокотехнологичные разработки, в основе которых лежит использование цифровой видеосъемки, компьютерный анализ видеоизображения и автоматическое или полуавтоматическое определение дефектов и их объемов. В настоящее время одним из наиболее совершенных является метод линейного сканирования.

Обычная цифровая видеокамера – это камера с пиксельным отображением в двух измерениях, например 3000x2000 для цифровой камеры класса high end. Такие камеры могут воспринимать одну картинку с частотой до 20 кадров в секунду, где каждый кадр имеет 6 млн. пикселей. При использовании такой камеры, нет возможности контролировать чёткость экспозиции, и возникает необходимость освещения большой поверхности (3 x 2 м). При этом все неровности на дороге будут вызывать прерывистость в кадре. В результате будет получаться новая картинка на каждые 2 метра пути.

Принцип линейного сканирования позволяет получить одну длинную картинку всей дороги.

3) отделочно-упрочняющая обработка пластическим деформированием (калибрование наружных и внутренних поверхностей вращения и дорнование).

Первый класс включает в себя методы обработки заготовок, которые связаны с пластическим деформированием только поверхностного слоя и практически не изменяют первоначальную точность размеров. При применении таких методов ППД осуществляются изменения в поверхностном слое металла: повышается прочность слоя, образуются остаточные напряжения сжатия и сглаживаются микронеровности. Преобладающее влияние на повышение выносливости оказывают напряжения сжатия, они замедляют процесс развития и зарождения микроповреждений. При использовании для окончательной обработки деталей машин методов ППД шероховатость поверхности снижается, она характеризуется большими радиусами неровностей. Такая поверхность способствует увеличению выносливости деталей, так как снижается концентрация напряжений во впадинах микронеровностей. Увеличивается опорная поверхность профиля, что характеризуется быстрой приработкой соприкасающихся деталей в подвижных соединениях. На данный момент проведено большое количество исследований законов формирования поверхностного слоя деталей машин. Проведены исследования по обоснованию оптимальной системы параметров качества поверхностного слоя деталей машин, обеспечивающей наилучшее сочетание эксплуатационных свойств. Произведен анализ факторов, которые влияют на параметры поверхностного слоя деталей машин, установлены взаимосвязи между этими параметрами при различных методах обработки, определены направления решения регулирования качества поверхности. Но, разнообразие методов оценки параметров качества затрудняют решение конкретных технологических задач по обработке деталей машин. Часть исследований закономерностей формирования поверхностного слоя направлена на параметры шероховатости поверхности. Работа по формированию физико-механических характеристик поверхностного слоя (наклеп и остаточные напряжения) в настоящее время окончательно не изучены. Возникает задача в дальнейшем анализе закономерностей формирования поверхностного слоя деталей машин и разработке рекомендаций для оптимальной обработки с обеспечением требуемого качества поверхности. Для реализации поставленной задачи возникает необходимость применения ЭВМ в условиях автоматизации проектирования технологических процессов. Все методы обработки поверхности – пластическим деформированием имеют широкие возможности в управлении параметрами состояния поверхностного слоя деталей машин, но их применение требует грамотного подхода, так как каждый метод имеет определенные экономически целесообразные области применения.

О.Е.ПЕЧКОВСКАЯ

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

Высокий технический уровень машин определяется соответствующим уровнем передаточных механизмов в их приводах. Широкими возможностями в части достижения больших передаточных отношений и обеспечения минимальных массогабаритных параметров обладают эксцентриковые зубчатые передачи с внутренним зацеплением. Предельное передаточное отношение, определяемое числом зубьев сателлита, достигается при разности чисел зубьев колес равной единице.

Реализовано такое зацепление может быть на основе модификации профиля зубьев сателлита, состоящей в изменении его диаметра вершин зубьев, межосевого расстояния передачи и последующего удаления зон интерференции зубьев посредством их утонения при чистовой обработке. При этом решается не только задача достижения предельного передаточного отношения, снижения габаритных параметров, но и повышения нагрузочной способности за счет повышенной многопарности зацепления.

Результаты экспериментальных исследований модифицированной зубчатой передачи, а также ее геометрический и силовой анализ позволяют сделать заключение о ее высоком техническом уровне. Эффективными направлениями применения редукторов, выполненных на основе передач с модифицированным зацеплением, являются:

- использование модифицированных редукторов взамен червячных, многоступенчатых и планетарных редукторов общего назначения;
- приводы в подъемно-транспортном оборудовании (лебедки, подъемники, транспортеры);
- малогабаритные силовые мотор-редукторы;
- применение модифицированных планетарных редукторов в качестве усилителей моментов для различных ручных и механизированных приспособлений.

К их достоинствам относятся:

- минимальные массогабаритные показатели;
- возможность реализации наибольшего передаточного отношения;
- реверсивность;
- высокая технологичность, простота конструкции, низкая себестоимость изготовления;
- высокая нагрузочная способность.

биогаза. Таким образом, биогаз по своим свойствам будем максимально приближенным к природному газу.

Если есть возможность подсоединения к газопроводу, можно использовать двухтопливную когенерационную установку для комбинированного использования как природного газа, так биогаза (переключение топлива). Это выгодно при нерегулярном объеме подаваемого биогаза. При низком качестве биогаза можно его обогатить смешиванием с природным газом.

Давление газа при сжигании в когенерационной установке находится в пределах от 1,5 до 10 кПа.

Применение когенерационных установок дает потребителю следующие преимущества:

- снижение энерготарифов (электроэнергия более чем в 2 раза дешевле, чем у централизованных поставщиков);
- одновременно с электроэнергией потребитель получает "бесплатное" теплоснабжение;
- существенно повышается качество электроэнергии (уровень напряжения и частота поддерживаются в пределах нормы);
- тепло и электроэнергия вырабатываются в непосредственной близости от потребления, что снижает затраты на транспортировку этой энергии;
- когенерационные установки более экологичны (требуется меньше топлива для производства такого же количества энергии).

Когенерационные установки часто используются в качестве аварийных источников электроэнергии там, где не допускаются перебои в питании сети.

В когенерационных установках электрическая энергия образуется, как и в других электростанциях – вращением электрогенератора посредством поршневого двигателя внутреннего сгорания. Двигатели когенерационных установок в стандартном исполнении приспособлены для сжигания природного газа, но можно в них сжигать и другое капельное или газообразное топливо. Тепло, возникающее в двигателе внутреннего сгорания, через систему охладителей двигателя, масла и продуктов сгорания в дальнейшем эффективно используется, поэтому производительность когенерационных установок находится в пределах 80...90 %.

Когенерационные установки могут поставяться в открытом исполнении или в кожухе, для установки внутри помещения. Шумопоглощающий кожух предназначен для подавления шума, создаваемого когенератором. В результате шум снижается до уровня акустических характеристик небольшого офиса: 60...65 дБ/м². Для работы вне помещения могут быть также размещены в контейнере, выполняющем функции кожуха.

В.М.БЛАГОДАРНЫЙ
Учреждение образования
«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Барановичи, Беларусь

В настоящее время на Западе, в последнее время и у нас, для производства электроэнергии и тепла начали применяться когенерационные установки, работающие на природном газе и биогазе.

Применение когенерационных установок на биогазовых станциях имеет ряд экономических преимуществ: наряду с производством тепла при сжигании биогаза, например, в котлах, когенерация предлагает и возможность производства электрической энергии, которая может быть использована для собственных нужд объекта или может подаваться в общую распределительную сеть. Аналогичным образом, нагреваемая вода может быть подсоединена к централизованным теплосетям или использована в самостоятельных разводках в качестве воды для отопления и производства горячей воды для бытовых нужд.

Производство электроэнергии для собственных нужд обходится значительно дешевле по сравнению с покупкой ее из сети, в случае ее продажи можно воспользоваться выгодными тарифами для электроэнергии, произведенной из возобновляемых источников энергии. Поскольку биогаз является сопроводительным продуктом при переработке органических отходов, затраты по эксплуатации установки будут связаны только с отчислениями на оборудование и на сервисное обслуживание. Доходы будут составлять как сэкономленные средства за тепло и электроэнергию, так средства за продажу электричества в сеть.

Для того чтобы когенерационная установка могла работать на биогазе с ожидаемым экономическим эффектом, нужно уточнить следующее: свойства биогаза являются решающим фактором, который влияет на пригодность его для использования в качестве топлива для двигателя когенерационной установки. Некоторые свойства могут значительно повысить цену całego проекта, или сделать его невозможным. В связи с этим возникает необходимость бесперебойного питания когенерационной установки биогазом постоянного состава, в том числе по содержанию вредных примесей (прежде всего соединения серы, фтора и хлора) и по содержанию метана. Следует заметить, что минимальная концентрация метана в биогазе – 50 %. Если биогаз используется в качестве топлива, то при высоком содержании углекислого газа имеет смысл в конструкции биогазовой станции предусмотреть наличие аппаратов для его удаления из состава

А.В.ПОПОВИЧ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Ульяновск, Россия

Известно, что важнейшим элементом любого механизма является зубчатое изделие. Процесс его изготовления характеризуется параметрами точности и стойкостью инструмента. При изготовлении зубчатых изделий методом зубофрезерования червячно-модульными фрезами, основным параметром является стойкость инструмента, оказывающая влияние на стоимость и сложность изготовления.

Анализ литературных источников показал, что в настоящее время существуют фрезы, имеющие модифицированный профиль передней поверхности: с профилем по ГОСТу, имеющим равные скругления обеих режущих кромок зуба; с профилем, разработанным Полохиным О.В., работающим попеременно при одной скругленной и прямой второй режущей кромкой.

В данной работе предложен новый профиль передней поверхности червячно-модульной фрезы, позволяющий увеличить ее стойкость в несколько раз по сравнению с приведенными аналогами.

Для моделирования и проектирования новой конструкции были использованы программные средства, на основе которых были выбраны оптимальные режимы резания.

Для анализа конфигурации срезаемого слоя в процессе обработки разработан дополнительный программный продукт, интегрируемый в среду Unigraphics NX, на который получены авторские свидетельства.

Результаты моделирования позволили установить, что с применением нового профиля зубьев образуется зачастую П-образная форма срезаемого слоя. В предложенной схеме резания, абсолютно все слои линейчатые и, на лицо – отсутствие стесненного резания. В качестве рекомендаций к применению данных конструкций можно отнести, то что изготовление модифицированного профиля червячно-модульной фрезы способом шлифования окупается стойкостью инструмента. Это, в свою очередь, существенно сокращает технологическое время, затрачиваемое на переналадку и замену изношенного инструмента.

Д.М.СВИРЕПА, Д.М.РЫЖАНКОВ, А.М.ДОВГАЛЕВ

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

Известен эффективный метод магнитно-динамического упрочнения, при котором обеспечивают непрерывное взаимодействие или периодическое соударение деформирующих элементов с обрабатываемой поверхностью за счет энергии постоянного или переменного магнитного поля.

Для оценки соответствия метода санитарным нормам были проведены исследования шумовых характеристик процесса магнитно-динамического упрочнения, обусловленные взаимодействием деформирующих элементов с поверхностью детали.

Упрочняющую обработку внутренней поверхности втулки осуществляли специальным магнитно-динамическим раскатником на вертикально-фрезерном станке модели ВФ 130. Размеры упрочняемой втулки ($D \times d \times h$): 130 x 110 x 50 мм, материал – сталь 45 (45HRC). Режимы упрочнения: частота вращения инструмента $n=1600...3150$ об/мин, подача $S=50...100$ мм/мин; охлаждение – масло индустриальное.

В ходе упрочнения осуществляли измерения уровня звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, а так же уровня звука и эквивалентного уровня звука.

Методика измерения соответствовала ГОСТ 12.1.050 «Методы измерения шума на рабочих местах».

Исследования показали, что уровень звука и эквивалентный уровень звука при магнитно-динамическом упрочнении поверхностей деталей на нижних частотах вращения инструмента не превышает предельно-допустимую норму в 80 дБА. На верхних частотах вращения инструмента уровень шума выше предельно допустимой нормы, но не превышает максимальный уровень для колеблющегося и прерывистого шума равный 110 дБА.

Снижение уровня звука в зоне деформирования на высоких частотах вращения инструмента предложено обеспечить на основе выбора вязкоупругих характеристик элементов технологической оснастки, осуществляющих закрепление детали.

Таким образом, при реализации метода магнитно-динамического упрочнения в условиях единичного и мелкосерийного производства не требуется применения средств индивидуальной защиты.

Была измерена масса пелет при различном соотношении для разного рода опилок. Давление на опилки нарастает постепенно, достигая максимального значения в конце прессования.

Испытания пелет на твердость по Бринеллю показали, что пелеты не обладают высокой твердостью, даже при небольшом нажатии шарик полностью внедрялся в тело пелеты.

Наибольшей прочностью против разрушения обладают пелеты, изготовленные из сосновых опилок, т. к. в них содержится большее количество смолы. При падении пелеты с высоты 10 метров разрушения не происходило. Полученные данные использовались в качестве исходных для проектирования установки роторного типа. Одним из главных исходных параметров для проектирования роторной установки является усилие прессования, которое на основе проведенных экспериментов было принято равным 125 кН.

Была спроектирована роторная установка для прессования пелет из измельченных растительных и древесных отходов производительностью 260 кг/час, потребляемой мощностью 12 кВт.

В.М.БЛАГОДАРНЫЙ
Учреждение образования
«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Барановичи, Беларусь

В настоящее время главной проблемой в нашей стране является максимальная экономия энергии и в связи с этим использование всевозможных источников энергии. Кроме того, глобальной проблемой не только в нашей стране, но и во всем мире является защита окружающего пространства, на которое в большой степени влияет как раз использование энергетических источников. С развитием промышленности неуклонно возрастает потребление энергии.

На основе анализа существующих установок для брикетирования опилок и прессования пеллет спроектирован участок для изготовления пеллет из древесных и растительных отходов, основными элементами которой является: линия по доставке опилок в рабочую часть, формообразующие барабаны, редуктор с двигателем, конвейер для удаления готовых пеллет.

Опилки поступают в рабочую зону, в которой они сортируются, далее в бункер и затем в зону прессования, где они подпрессовываются с помощью толкателя. Движение основных формообразующих элементов – роторов, осуществляется при передаче движения от двигателя через редуктор. Изготовленные пеллеты выпадают из ячеек ротора на ленту конвейера и далее поступают в контейнер.

Для определения оптимальных режимов работы роторной установки были проведены предварительные исследования на простом приспособлении, установленном на прессе ПСУ – 250 Н. Приспособление состоит из пуансона, прессующего опилки, засыпанные в отверстие матрицы с вложенной тарелкой и болта, с помощью которого вынимается пеллета.

В качестве исходного материала для изготовления пеллет были взяты ольховые, березовые и сосновые опилки. Эксперименты показали, что пеллеты из ольховых опилок имеют хорошее качество при усилии прессования 140 кН, сосновых – 80 кН, березовых – 150 кН.

На качество поверхности пеллет большое влияние оказывает качество обработанной поверхности отверстия матрицы. При 12 – часовом воздействии влажности пеллеты сохраняли свою форму. При воздействии огнем – медленно тлели. При исходном объеме опилок в матрице $V = 70,65 \text{ см}^3$ после прессования получаем пеллету объемом $10,6 \text{ см}^3$.

Л.Е.СЕРГЕЕВ, Е.В.СЕНЧУРОВ, В.В.ГОЛОВКОВ
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Одним из важнейших факторов качества промышленной продукции является достигаемая точность формы обработанных поверхностей. Для достижения требуемого качества изделий и управления им необходимо технологически обеспечить и контролировать качество и точность обработки. Известно, что машины одинаковой конструкции могут иметь различную степень надежности. Причиной тому служат отличия в технологических процессах изготовления деталей машин. Процессы контакта, трения и износа определяются геометрическими параметрами, характеризующимися отклонением от правильной формы, в том числе и некруглости. Изменяя макрогеометрические параметры, можно резко снизить износ за счет уменьшения времени приработки. Следовательно необходимо знать какие макрогеометрические параметры обеспечивают требуемые эксплуатационные свойства и как получить поверхности с этими свойствами. Поскольку каждый технологический метод обработки образует присущие именно ему количественные и качественные параметры поверхностного слоя, то оказывается возможным определить связь условий обработки с определенными параметрами поверхностного слоя. Это дает возможность подобрать технологию изготовления деталей с необходимыми эксплуатационными свойствами.

Известно, что макрогеометрические параметры в отличие от шероховатости и волнистости относятся к единичным, регулярно не повторяющимся отклонениям реальной поверхности от номинальной. Таким образом, топография поверхности образуется в результате не только воздействия периодических факторов, но и случайных. Точность формы деталей, типа тел вращения, определяется комплексным показателем отклонения контура, каким является некруглость. Обработка отверстий разными методами составляет более 30 % всех технологических операций в машиностроении. Полученные отклонения и погрешности во взаимном расположении поверхностей приводят к росту износа разъемных соединений и снижению точности кинематических пар. Поэтому установление оптимального метода обработки отверстий представляет собой важную научно-техническую задачу. При шлифовании отношение фактической площади контакта к номинальной составляет 0,25—0,3, в результате чего давление

на вершинах неровностей в соединении часто превышает величину допускаемых напряжений, что приводит в начале к упругой, а потом пластической деформации. Хонингование характеризуется отношением 0,4—0,45. Однако точность геометрической формы отверстий зависит от параметров кинематики процесса. Особенность резания при данном методе заключается в высокой степени образования частично обработанной поверхности, вызванной совпадением фаз положения брусков.

Требования к эксплуатационным свойствам деталей машин постоянно растут и не все методы финишной обработки могут обеспечить их. Одним из методов, позволяющих обеспечить достижение требуемых показателей качества выпускаемой продукции является магнитно-абразивная обработка (МАО). Отличительной особенностью рассматриваемого метода является то, что абразивные зерна контактируют преимущественно с выступами микронеровностей поверхности. При МАО развиваемое в рабочей зоне давление инструмента на обрабатываемую поверхность составляет 0,4-2 МПа. Известно, что применение наружной МАО приводит к формированию нового, присущего данному методу микрорельефа, однако, отсутствуют данные по исследованию явлений технологической наследственности и точности формы внутренней поверхности после МАО. Вследствие этого, было проведено комплексное исследование с целью определения степени влияния различных финишных методов на достижение показателей некруглости внутренних поверхностей. В качестве таких методов были использованы шлифование, хонингование и МАО. Образцами служили кольца подшипников с диаметром отверстий 96 мм, материал 12ХНЗА ГОСТ 4543-71, твердость 58—62 HRC, исходная шероховатость $Ra_1=0,8—1$ мкм. Измерения овальности внутренних поверхностей производились на кругломере мод. 218.

По результатам проведенных исследований установлено, что применение внутренней МАО обеспечивает образование микрорельефа поверхности, наиболее приближенного к эксплуатационному, а макрогеометрические характеристики, полученные предварительным шлифованием, улучшаются в среднем на 30 %, хонингованием – на 15 %. Показатели некруглости отверстий после внутренней МАО в основном остаются на уровне, образованным предшествующими операциями шлифования и хонингования, что указывает на копирование данным методом исходного контура внутренних поверхностей.

показали, что содержание внешней влаги в ГПС влияет на эффективность грохочения. Влага, покрывающая пленкой поверхность зерен материала, вызывает налипание частиц, что приводит к уменьшению отверстий сит. Все это препятствует расслоению материала по фракциям и затрудняет прохождение частиц через отверстия сит. Поэтому они остаются в надрешетном материале. Нами установлено, что эффективность грохочения материала соответствует требованиям при влажности ГПС до 6 % и составляет от 98 до 85 %. При влажности ГПС от 6 до 15 % эффективность грохочения уменьшается до 40-45 %, что приводит к резкому уменьшению производительности установки. При механическом обезвоживании ГПС на предварительной стадии переработки можно уменьшить содержание в смеси влаги до 5%, что может увеличить фракционную эффективность грохочения. При расчете качественно-количественной схемы принимаются и определяются две группы основных показателей: исходные и расчетные. Методика расчета качественно-количественной схемы основана на выполнении условий материального баланса на каждой операции. Используя эмпирические зависимости методом компьютерного имитационного моделирования нами проведены исследования влияния общей эффективности обогащения (E_0), класса крупности (k) и выхода продукта (c) на фракционную эффективность (E) при переработке валунов на первой стадии дробления. Зависимость фракционной эффективности от общей эффективности при грохочении показывает, что с увеличением последней эффективность разделения по фракциям возрастает. Зависимость фракционной эффективности от класса крупности показывает, что с увеличением размера фракции эффективность грохочения уменьшается. Определено, что фракционная эффективность более равномерно зависит от выхода продукта. С увеличением выхода продукта после грохочения от 20 до 55 % эффективность разделения фракций уменьшается с 75 % до 66 %. Таким образом, для уменьшения энергозатрат при переработке горной массы (дробление, грохочение) необходимо подавать на переработку материал с равномерным фракционным составом, уменьшать класс крупности материала, а также добиваться равномерного выхода продукта после каждой операции грохочения. Это позволит увеличить коэффициент загрузки оборудования, что на 10-15 % уменьшит удельные энергозатраты на каждой операции переработки. Круглогодичная промывка готовой продукции тесно связана с обезвоживанием промытых готовых продуктов. Полученные математические модели, позволяют установить оптимальные параметры удаления влаги с наименьшими удельными энергозатратами. Так, для гравийно-песчаной смеси функциональная зависимость имеет вид:

$$w = a \ln(t + c) + b$$

с коэффициентами $a = -1,15$; $b = 20,1$; $c = 0,12$ (коэффициенты получены опытным путем при обезвоживании гравийно-песчаной смеси в центрифуге).

С.Н.БЕРЕЗОВСКИЙ, *Н.И.БЕРЕЗОВСКИЙ, А.М.СЕРГЕЕВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*«РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ИНСТИТУТ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Могилев, Минск, Беларусь

Сырье гравийно-песчаных месторождений используется для производства нерудных строительных материалов. Оценка валунно-гравийно-песчаных пород в качестве сырья для получения строительных материалов определяется в значительной мере размерами гравия и валунов, их зерновым и петрографическими составами, прочностью зерен, формой и характером их поверхности. Отделение крупных валунов от кондиционного сырья полезного ископаемого производится выемочно-погрузочным оборудованием (экскаваторная сортировка). Эффективность экскаваторного способа сортировки резко снижается с увеличением объема негабаритных включений и вместимости ковша экскаваторов. При отсутствии в карьере процесса усреднения содержания гравия и валунов избежать снижения выпуска готовой продукции при переработке сырья с повышенной изменчивостью содержания можно только за счёт резервирования производительности перерабатывающего оборудования. Снижение необходимого коэффициента резервирования производительности перерабатывающего оборудования дробильно-сортировочного завода (ДСЗ) – один из наиболее существенных результатов введения в карьере процесса усреднения содержания гравия и валунов, подаваемых на переработку.

Важным технологическим фактором, определяющим эффективность использования установок для выделения песка в карьере, является место их размещения и расстояние относительно добычных забоев и ДСЗ. Применение установок для повышения содержания гравия и валунов в сырье путём предварительного выделения песка в карьере позволяет:

- повысить выпуск гравия и щебня;
- сократить транспортные расходы на доставку сырья из забоя до ДСЗ;
- вовлечь в разработку и обеспечить эффективную эксплуатацию участков месторождений с пониженным содержанием гравия и валунов.

Для многих карьеров осуществляется работа по созданию технологии, обеспечивающей повышение содержания гравия и валунов в сырье с предварительным выделением песка. Расчеты, проведенные нами на месторождении гравийно-песчаной смеси (ГПС) «Козуличи» Могилевской области,

В.Ю.СТЕЦЕНКО, А.И.РИВКИН

Государственное научное учреждение

«ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН Беларуси»

Могилев, Беларусь

Основными проблемами термической обработки стальных изделий являются коробление и недостаточная прокаливаемость. Они возникают вследствие относительно слабой и неоднородной закалки. Поэтому разработка способа термообработки, сочетающего интенсивную и равномерную закалку, является актуальной задачей

В ГНУ «Институт технологии металлов» разработан метод затопленно-струйного охлаждения (ЗСО). Он позволяет производить интенсивное и равномерное охлаждение заготовки по ее высоте и периметру. Применение способа затопленно-струйного охлаждения к литью силуминов в кристаллизатор позволило получить слитки с равномерной и высокодисперсной микроструктурой без применения примесных модификаторов. Для закалки изделий методом ЗСО была разработана опытная установка. В качестве объекта исследования выбраны цилиндрические заготовки диаметром 60 мм и высотой 160 мм из стали 38ХГС. Закалка контрольных изделий производилась с 930 °С в баке с водой (обычная закалка). Закалка опытных заготовок также осуществлялась с 930 °С, но методом ЗСО. Твердость изделий определяли в 16 точках поперечного сечения для верхней, средней и нижней исследуемых зон заготовок. Результаты сравнительных испытаний показали, что по сравнению с обычной закалкой в воде, метод ЗСО позволил повысить среднюю твердость изделий из стали 38ХГС на 7 % и уменьшить разброс твердости на 60 % по сечению и высоте заготовок. После отпуска при 600 °С в течение 3-х часов опытные изделия, по сравнению с контрольными, имели в 3-5 раз более дисперсную и равномерную микроструктуру. При этом их средняя твердость увеличилась на 12 %. На поверхности изделий, закаленных методом ЗСО, не наблюдалось пятен с трооститной или мартенситно-трооститной структурами. Поэтому этот способ может с успехом применяться для термообработки стальных деталей с пониженной прокаливаемостью.

Метод затопленно-струйного охлаждения позволяет производить интенсивную и равномерную закалку изделий любой длины и конфигурации, может исключить их коробление. После отпуска такие детали будут иметь мелкокристаллическую структуру, высокие механические и эксплуатационные свойства.

Я.М.СУРГУНТ

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

Работы направленные на создание управляемых процессов при обработке резанием с помощью систем адаптивного управления позволяют, в основном, значительно повышать производительность и точность обработки без достижения высоких качественных показателей поверхности.

Наиболее прогрессивным методом, позволяющим решать задачу получения совокупности высоких свойств с наименьшими затратами, является метод управления процессом совмещенной обработки резанием и ППД, объединяющий в себе преимущества совмещенной обработки и автоматизированного управления.

При совмещенной обработке на технологическую систему СПИД действуют различные входные факторы: сила резания и усилие деформирования; жесткость системы СПИД; выделяющаяся теплота; вибрации, присутствующие процессу резания; и демпфирование, характерное для упругих деформирующих элементов.

Преломляясь сквозь систему СПИД образуются различные выходные параметры, характеризующие эффективность обработки. Одни из них, такие как точность, шероховатость, степень и глубина наклепа, твердость и остаточные напряжения, определяют качественную сторону готовых деталей, другие - экономичность изготовления (себестоимость) и производительность обработки.

При совмещенной обработке, когда в работе одновременно участвуют режущие и деформирующие элементы, возрастают суммарные силы, действующие на технологическую систему СПИД, что ведет к увеличению упругих отжатий и снижению точности размеров и геометрической формы обработанных поверхностей. Особенно это относится к совмещенной обработке неуравновешенными комбинированными инструментами, когда режущие и деформирующие элементы расположены рядом или под углом друг к другу. В этом случае суммарная сила, действующая на технологическую систему СПИД, будет равна сумме векторов равнодействующих сил резания и усилия деформирования в плоскости YOZ (осевые составляющие этих сил не учитываются, так как не оказывают непосредственного влияния на формирование размера обрабатываемой поверхности).

Погрешность получаемого размера зависит от упругих отжатий, которые определяются векторной величиной, действующей в направлении

Интенсивность колебаний одинаковых зубчатых передач, работающих при одинаковых условиях, зависит от того на каких участках теоретической линии зацепления находится ее активная часть. Интенсивность тем меньше, чем дальше отстоит начало активной линии зацепления от начала теоретической и меньше в конце, изменяясь по закону близкому к гиперболическому. Удаления начала активной линии зацепления от начала теоретической (и, следовательно, снижения интенсивности колебаний) можно достичь применением соответствующих коэффициентов смещения при проектировании и нарезании зубчатых колес.

Интенсивность колебательного процесса значительно возрастает с увеличением размеров и масс колес, менее значительно – с увеличением угловой скорости ведущего звена и величины передаточного отношения практически не зависит от увеличения угла зацепления от 200 до 280.

При одинаковом межосевом расстоянии с уменьшением размеров зубьев уменьшается и величина динамической нагрузки, но и уменьшается изгибная прочность.

Нагрузки, действующие в зацеплении, вызывают упругие колебания зубьев колес, которые носят высокочастотный характер. Колебательный процесс при раздельном рассмотрении его по зонам однопарного и двухпарного зацепления, имеет периодический характер с частотами, равными частотам собственных колебаний.

Наибольшие упругие деформации зубьев наблюдаются в зоне однопарного зацепления. Следовательно, этот участок находится в более тяжелых условиях с точки зрения динамического воздействия сил.

Величина стационарной нагрузки (взятой в допустимых пределах) на колебательный процесс в зацеплении не оказывает существенного влияния при условии неразрывного контакта рассматриваемой пары зубьев.

Интенсивность колебательного процесса уменьшается с уменьшением (в разумных пределах) жесткости зубьев колес.

Внутреннее зацепление по сравнению с внешним, с точки зрения действия динамических сил, находится в более благоприятных условиях.

УДК 621.833.
ОСОБЕННОСТИ ПОЯВЛЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ДИНАМИЧЕСКИХ
НАГРУЗОК В ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧАХ

Б.К.ШМАН

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

Внутренним и динамическим нагрузкам и колебаниям посвящено много работ Петрусевича А.И., Гавриленко В.А., Генкина М.Д., Гринкевича В.К., Полоцкого М.С., Ковалева Н.А., Абрамова Б.М., Доллежалъ В.А., Решетова Д.Н., Андожского В.Д., Малинковича М.Л. и др. Это вызвано тем, что большие динамические нагрузки являются решающими в ухудшении эксплуатационных качеств зубчатых передач, характеризуемых рядом показателей, среди которых плавность и равномерность вращения зубчатых колес, определяющих вибрацию и шум передач.

Зубчатые передачи имеют коэффициент перекрытия больше единицы и являются механизмами с пассивными связями. Их движение возможно только при наличии определенных геометрических соотношений (например, шаг зубьев должен быть одинаков). Если эти соотношения нарушены, то пассивные связи становятся активными. Движение возможно в случае незначительных нарушений соотношений за счет возникновения деформаций элементов передачи. Появляются динамические нагрузки. Таким образом для определения динамических усилий в зубчатых передачах нужно учитывать упругие свойства элементов передачи – зубьев, валов, опор, а также и ошибки, допущенные при изготовлении колес.

Если основной шаг ведомого колеса больше, чем ведущего, то происходит преждевременный вход в зацепление кромки ведомого колеса, то есть кромочный удар. Для уменьшения кромочного удара выполняют фланкирование зубьев.

Если основной шаг ведомого колеса меньше, чем ведущего, то происходит запаздывание выхода из зацепления предшествующей пары, то есть срединный удар. Теоретическими исследованиями, подтвержденные экспериментом, установлено, что рост динамических нагрузок прекращается после достижения определенной скорости. При кромочном ударе динамические нагрузки остаются постоянными при увеличении скорости, а при срединном даже уменьшаются. Это приводит к увеличению надежности передачи и не учитывается в расчетах на усталость.

этих отжатий, суммарных сил и жесткости технологической системы СПИД.

Колебания силы резания и усилия деформирования вызывают колебания упругих отжатий в системе СПИД. Разность максимальных и минимальных упругих отжатий обуславливает величину рассеивания размеров показываает при обработке партии заготовок. Анализ выражения величины рассеивания размеров, при изменении в процессе обработки глубины резания или твердости, изменяется и суммарная сила, которую можно стабилизировать изменением на соответствующую величину таких параметров как: усилие деформирования, угол между режущим и деформирующим элементами, или введением дополнительного режущего элемента.

Исходя из этого, при совмещенной обработке резанием и ППД предложены следующие пути повышения точности при заданном качестве поверхности:

- изменение величины усилия деформирования без изменения направления его действия (А.с.1194658);
- изменение направления действия усилия деформирования при постоянной величине (А.с.946075);
- одновременное изменение величины и направления действия усилия деформирования (А.с. 51525);
- изменение глубины резания дополнительного режущего инструмента за счет стабилизации размера динамической настройки деформирующего элемента (А.с. 1286395);
- диаметрально противоположное расположение чистового резца и деформирующего элемента с обработкой методом автоматического полуженения размера без подналадки оборудования (А.с.1773701) .

А.В.ЧЕСНОКОВ
«ВОСТОЧНОУКРАИНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. В.Даля»
Луганск, Украина

Углепластиковые стержни используют для изготовления армирующих каркасов и в качестве нагревательных элементов. Промышленно выпускаемые пултрузионные установки рассчитаны на производство изделий среднего диаметра из текстильных видов волокон с применением оксидных связующих и не пригодны для производства углепластиковых стержней малого диаметра 1,2 мм из легкоповреждаемого углеродного жгута с применением высокомолекулярных связующих.

Целью исследований являлось изучение этапов технологического процесса (ТП) изготовления стержней для определения требований к оборудованию, реализующему ТП, диапазонов варьирования и способов контроля технологических параметров, автоматизации и повышения стабильности ТП, снижения отходов производства.

Для определения рациональных параметров пултрузии углепластиковых стержней и контролируемых параметров проведены исследования технологических этапов. Изучен процесс пропитки-отжима жгутов углеводосодержащим связующим, определены оказывающие влияние на процесс. Исследования сушки полуфабриката показали, что наиболее эффективно вести разогрев полуфабриката пропусканием электрического тока по углеродным жгутам безопасного напряжения. Получены закономерности формования сечения стержня, определены параметры и место расположения формирующих фильер. Обоснована рациональность применения, в качестве тянущего устройства, приводной бобины для намотки на нее полученных стержней.

Анализ факторов оказывающих влияние на сопротивление прохождению полуфабриката через фильеры показал взаимосвязь сопротивления на фильере с параметрами, отражающими стабильность этапов процесса. Экспериментально подтверждена возможность контроля стабильности пултрузионного процесса по усилиям на фильерах.

Разработана система логического управления работой пултрузионной установки, сигнализирующая о приближении параметров процесса к критическим значениям, а, при необходимости, блокирующая отдельные этапы для сохранения целостности полуфабриката и повторного запуска. Высокая маневренность ТП достигнута за счет безинерционной технологии реализации этапов процесса, позволившая сократить количество отходов сырья. Применение энергосберегающих технологий сократило в 6 раз энергопотребление установки.

«Редукторы и мотор-редукторы общего назначения. Допустимые уровни шума».

Измерительная поверхность повторяла контур приводного мотор-барабана на расстоянии 1 м от него. Количество точек измерения принималось равным пяти. Для измерения использовался измеритель шума и вибрации ВШВ-003.

Измерения проводились при нагрузке на приводном барабане $T=90$ Нм и его частоте вращения $n=20$ мин⁻¹. До проведения измерений приводной мотор-барабан прошел наработку в течение 120 часов.

По результатам измерений октавных уровней звукового давления L в диапазоне $f=63...8000$ Гц, вычислялись октавные уровни звуковой мощности L_p , дБ.

В табл. приведены значения уровня звуковой мощности в октавных полосах, полученные в результате измерений в сравнении с их допустимыми значениями для постоянных рабочих зон в производственных помещениях по ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности», а также с аналогичным показателем планетарно-зубчатого мотор-редуктора согласно ОСТ 489-5-89, который по выполняемой функции наиболее близок к приводному мотор-барабану конвейера со встроенным ИВ.

Табл. Результаты измерения шумового поля приводного мотор-барабана

	Уровни звуковой мощности L_p , дБ в октавных полосах со средними частотами в f , Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Приводной мотор-барабан	78	74	84	83	76	71	63	60
Планетарно-зубчатый мотор-редуктор	67	70	73	76	78	72	67	65
Допустимые значения	99	92	86	83	80	78	76	74

Анализ полученных результатов показывает, что уровень звуковой мощности, генерируемый приводным мотор-барабаном со встроенным ИВ меньше допустимого значения на 2-21 дБ в зависимости от октавной частоты. В диапазоне октавных частот 63-500 Гц уровень звуковой мощности больше на 4-11 дБ аналогичного показателя планетарно-зубчатого мотор-редуктора, а в диапазоне октавных частот 1000-8000 Гц он меньше на 1-5 дБ.

При работе приводного мотор-барабана с ИВ с эксцентриковыми МСХ фрикционного типа с увеличением частоты f с 63 до 8000 Гц наблюдается падение уровня звуковой мощности приблизительно на 24 %.

УДК 628.517:621.837

ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМОВОГО ПОЛЯ ПРИВОДНОГО
МОТОР-БАРАБАНА С ИМПУЛЬСНЫМ ВАРИАТОРОМ

О.В.ШАРКОВ

Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Калининград, Россия

Одним из эффективных способов плавного регулирования скорости конвейёров является применение приводных мотор-барабанов со встроенными импульсными вариаторами (ИВ).

В ИВ к причинам возникновения шума, свойственным всем механическим передачам добавляются причины, определяемые особенностью их конструкции и принципа работы.

Обязательным элементом ИВ является преобразующий механизм, который трансформирует непрерывное вращательное движение ведущего звена в колебательные движения промежуточных звеньев, что естественно приводит к повышению уровня шума при работе.

Ещё в более неблагоприятных условиях, с точки зрения генерации шума, работают механизмы свободного хода (МСХ), которые обеспечивают преобразование колебаний промежуточных звеньев в однонаправленное прерывистое (импульсное) вращение выходного звена. В процессе работы МСХ происходит значительное изменение параметров движения их входных и выходных элементов как по величине, скорость меняется от нуля до максимума и обратно до нуля, так и по направлению, причём за очень малый промежуток времени порядка 0,01-0,03 секунды.

Проведены экспериментальные исследования шумового поля приводного мотор-барабана конвейера со встроенным ИВ, который имел следующие технические характеристики: передаваемая мощность $P=0,55$ кВт; максимальный вращающий момент на барабане $T=100$ Нм; частота вращения барабана изменяется в диапазоне $n=0...40$ мин⁻¹, габаритные размеры $D \times L = 240 \times 400$ мм. В ИВ были установлены четыре эксцентриковых МСХ фрикционного типа.

Для измерения шумового поля приводного мотор-барабана согласно ГОСТ 23941-2002 «Шум машин. Методы определения шумовых характеристик. Общие требования» применялся ориентировочный метод измерения шумовых характеристик, обеспечивающий точность измерения по третьему классу. Измерения проводились согласно требованиям ГОСТ 12.1.028-80 «Шум. Определение шумовых характеристик источников шума. Ориентировочный метод» и рекомендаций ОСТ 489-5-79

УДК 621.914.2:669

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО РЕСУРСА
ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ОСНАСТКИ ОБРАБОТКОЙ В ПЛАЗМЕ
ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА

В.М.ШЕМЕНКОВ, Е.С.АХРАЛОВИЧ, М.А.БЕЛАЯ

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

Проблема повышения стойкости инструментальной оснастки для обработки резанием и давлением имеет большое значение. Из-за низких показателей износостойкости инструмента значительно снижается эффективность металлообработки. Недостаточная стойкость инструментов заставляет неоправданно увеличивать объем его выпуска.

Резервы повышения износостойкости инструментальной оснастки за счет создания новых материалов в значительной степени уже исчерпаны или связаны со значительными материальными затратами. Поэтому, особое значение в настоящее время приобретают вопросы внедрения технологических процессов модификации рабочих поверхностей инструментов.

Модифицирующая обработка инструментальных материалов в плазме тлеющего разряда возбуждаемого в среде остаточных атмосферных газов, с напряжением горения 1 – 5 кВ обеспечивает формирование уникальных структурно-фазовых состояний в их приповерхностных слоях, а также широкий масштаб модификации структуры. Это приводит к изменению макросвойств материалов и определяет эксплуатационное поведение модифицируемых изделий в условиях трибомеханического нагружения, что характерно для инструментальной оснастки.

Апробации подвергались партии инструментов из твердых сплавов и легированных инструментальных сталей до и после модифицирующей обработки. Исследования проводились в производственных условиях ОАО «ТАИМ» (г. Бобруйск), МОАО «Красный металлист» (г.Могилев) и УЧНПП «Технолит» (г. Могилев) при изготовлении реальной продукции.

Изменение физико-механических свойств рабочей поверхности штампов, выполненных из стали 5Х3В3МФС (ГОСТ 5950-71) в плазме тлеющего разряда, приводит к повышению износостойкости указанных поверхностей штампов в 4 и более раз. Износостойкость твердосплавного инструмента удалось повысить в 1,3 – 4 раза в зависимости от обрабатываемого материала и фазового состава твердого сплава.

С учетом того, что добавленная стоимость модифицированного инструмента составляет от 30 до 40 % можно судить о перспективности данного метода повышения производственного ресурса инструментальной оснастки.

О.В.БЛАГОДАРНАЯ

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

Качество швейной иглы зависит от многих факторов и в процессе магнитно-абразивной обработки с целью оптимизации режима обработки необходимо выбрать факторы, оказывающие наибольшее влияние на качество иглы. Теоретический анализ, а также практика позволяют выбрать такие факторы и назначить критерии их определения. В результате тщательного анализа были выбраны такие факторы как наличие заусенцев на краях отверстия в ушке иглы, закругление краев отверстия, наличие переходной фаски между телом иглы и ее конусной вершиной, величина радиуса закругления вершины иглы, шероховатость поверхности рабочей части иглы. Более подробное обоснование и зависимости для определения критериев этих факторов представлены в докладе.

В рабочей части иглы имеется отверстие (ушко), через которое продета нить. Игла вместе с нитью прокалывает материал и образует петлю. Поэтому нить постоянно передвигается в отверстии. Если края отверстия острые, с заусенцами, то нить разрыхляется и рвется. Снятие заусенцев – это проблема не только для игл, но и для многих других деталей. Поэтому одним из основных требований к игле является отсутствие заусенцев в отверстии иглы и закругленные края отверстия, что представляет собой один из главных критериев качества иглы.

Вторым, несомненно, важным требованием к качеству иглы является округлая форма вершины иглы, не очень заостренная и не затупленная. Обычная технология изготовления иглы предусматривает калибрование из специальной игольной проволоки стержня иглы с постепенным конусообразным уменьшением сечения в направлении вершины иглы. При окончательной технологической операции образуется конусообразная фаска. Для улучшения качества иглы некоторые производители проводят еще дополнительное шлифование рабочей части иглы. В этом случае тело иглы, постепенно уменьшаясь в сечении, плавно переходит к вершине иглы без каких-либо конусных фасок. Представим процесс образования шва. Игла, двигаясь вниз, прошивает ткань насквозь и просовывает нить к челноку, образуя петлю будущего шва. При прошивании ткани игла может попасть непосредственно на одну из нитей переплетения. В этом случае она должна преодолеть сопротивление нити, которое равно прочности нити и силам трения поверхности иглы о волокна прошиваемой нити. И самый неблагоприятный случай, когда игле приходится при прокалывании отверстия наткнуться на нити дважды, а то и трижды. Более благоприятным мо-

С.Н.ХАТЕТОВСКИЙ

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

Одним из преимуществ эвольвентной передачи по сравнению с другими видами зубчатых передач является нечувствительность к изменению межосевого расстояния в относительно больших пределах. Здесь под нечувствительностью к изменению межосевого расстояния понимается сохранение передаточного отношения и малые изменения качественных показателей зацепления и других характеристик, в том числе и нагрузочной способности. Эвольвентная передача при всех ее достоинствах имеет и ряд недостатков, одним из которых является относительно невысокая нагрузочная способность по контактным напряжениям, что в свое время и способствовало появлению ряда новых зацеплений, примером которых является зацепление М.Л.Новикова. Однако эти передачи в настоящее время не получили широкого распространения по ряду причин, одной из которых является высокая чувствительность к изменению межосевого расстояния. Таким образом, можно констатировать существование актуальной проблемы создания зубчатых передач с улучшенными по сравнению с эвольвентной передачей характеристиками, которые одновременно были бы нечувствительны к изменению межосевого расстояния. Общий принцип создания таких передач выводится из основного уравнения зацепления: передаточное отношение зубчатой передачи инвариантно к изменению относительного положения колес, если отношение моментов общей нормали к рабочим поверхностям контактирующих зубьев относительно осей вращения колес во всех возможных точках контакта будет постоянно. Для обеспечения данного принципа достаточно, чтобы рабочие поверхности зубьев каждого колеса передачи обладали следующими свойствами: момент единичной нормали к поверхности относительно оси вращения колеса должен иметь одно и то же значение для всех точек поверхности; все точки поверхности должны принадлежать к эллиптическому типу. На основе выведенного принципа получено уравнение со свободным членом, описывающее все возможные рабочие поверхности зубьев колес, обладающие вышеуказанными свойствами. Указанный свободный член представляет собой функцию ряда геометрических параметров зубчатого колеса. Подбор вида этой функции позволяет на этапе проектирования зубчатой передачи оптимизировать ее характеристики.

В.И.ТАРХАНОВ, Р.М.САДРИЕВ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Ульяновск, Россия

В связи с многообразием нагрузжений и условий эксплуатации резьбовых соединений необходимы различные механические устройства, препятствующие самоотвинчиванию болтов, винтов и гаек. Фиксация дополнительным трением выполняется силовым замыканием на резьбу, а также упругими элементами, которые повышают сцепление на опорной поверхности гайки или головки болта. Стопорные детали с запирающими элементами обеспечивают только ступенчатое регулирование силы затяжки, а их вторичное использование с отгибанием, как правило, не допускается.

Итак, в существующих методах сборки резьбовых соединений требуются механические фиксирующие и стопорные детали в большом количестве и широком ассортименте. К тому же, механические стопорные и фиксирующие устройства не создают уплотнения и защиты от коррозии резьбовых деталей. Проблему можно разрешить путем применения анаэроботвердеющих материалов, в частности, анаэробных клеев.

Анаэробные клеи представляют собой однокомпонентные составы, отверждение которых происходит в отсутствие кислорода. Основой анаэробных клеев являются бифункциональные мономеры – чаще всего диакриловый эфир. Анаэробные клеи характеризуются стабильностью при хранении в небольших емкостях из полиэтилена, пропускающего воздух.

Анаэробные составы рационально применять для склеивания деталей из стали, чугуна и латуни. При склеивании в результате иницирования химического процесса полимеризации за счет ионов соединяемых металлов образуются трехмерные структуры полимера. На неактивную же металлическую поверхность, которая не вызывает начала процесса полимеризации, необходимо предварительно нанести специальный активатор.

Анаэробные клеи рекомендуется использовать при сборке резьбовых соединений для обеспечения их фиксации, герметичности и защиты от коррозии. В процессе сборки резьбового соединения анаэробный клей нужно выдавить из пластикового тюбика непосредственно на резьбу болта или гайки. Во время завинчивания клей заполняет все полости в резьбовом соединении. По окончании завинчивания в результате отверждения анаэробного состава получается твердая пластмасса. В процессе эксплуатации резьбовое соединение можно разобрать обычным ручным инструментом.

ментом является тот, когда игла попадает в промежуток между нитями переплетения. В этом случае на вершину иглы действуют лишь силы трения о волокна нитей. Как часто игла может попасть на саму нить или же в промежуток между нитями?

Нужно рассмотреть два случая: для иглы с конусной фаской и для шлифованной иглы без фаски. В первом случае конусная поверхность фаски, соприкасаясь с поверхностью нити, испытывает давление, равное прочности и жесткости нити. Ввиду того, что угол заострения вершины иглы достаточно велик, клинового режущего действия не происходит. Нить под действием движущей силы иглы натягивается и рвется, пропускающая иглу.

Значительно лучшим является случай, когда игла не попадает в центральную плоскость нити. В этом случае за счет того, что игла обладает определенной упругостью, происходит соскальзывание иглы с поверхности нити, и она попадает в промежуток между нитями. Но, так как игла имеет сравнительно большую поверхность конусной фаски, то вполне возможно, что при больших скоростях игла будет попадать в центральные плоскости нитей и при ударе их рвать. При работе со шлифованной иглой без конусной фаски процесс будет происходить примерно так же, но прошивание нити в случае попадания иглы в центральную плоскость происходит значительно легче, так как здесь проявляется эффект режущего клина. Нить не будет порвана, а будет прошита. Если же игла не находится в центральной плоскости нити, то она легко соскальзывает в промежуток между нитями переплетения. В этом случае силы трения будут иметь значительно меньшую величину.

Таким образом, наиболее качественный шов будет выполнен иглой, у которой вершина иглы закруглена и отсутствует фаска. Поэтому следующим важным критерием является радиус закругления вершины иглы и отсутствие фаски.

Очень большое влияние на качество шва оказывает шероховатость рабочей поверхности иглы, т.е. той части, которая участвует в процессе шитья. В настоящее время в швейной промышленности используются быстроходные швейные машины с частотой проколов иглы в минуту до 10 000 – 12 000. При такой скорости очень большое значение приобретают факторы (которые при низких частотах проколов практически не влияли), влияющие на качество иглы и ее работоспособность. Применение обычных способов шлифования здесь довольно сложно, т.к. слишком малы размеры иглы. Таким образом, еще одним важным критерием является состояние поверхности рабочей части иглы, которое обычно характеризуется шероховатостью поверхности.

Из всего вышеизложенного можно сделать вывод о том, что критерий качества швейной иглы это комплексный показатель, состоящий из нескольких критериев, причем каждый из них имеет определенный вес.

О.В.БЛАГОДАРНАЯ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Обработка нежестких деталей типа швейных игл представляет определенные трудности, вызванные рядом причин. Вместе с тем выполнение комплекса технологических требований к надежности и качеству швейных игл является актуальной проблемой. Это приводит к поиску эффективных отделочных операций, обеспечивающих необходимое качество игл и высокую производительность обработки. Одним из таких методов является магнитно-абразивное полирование (МАП). Для магнитно-абразивного полирования швейных игл разработана установка, позволяющая одновременно обрабатывать несколько швейных игл одновременно. При этом на установке осуществляются несколько относительных движений ферромагнитных абразивных частиц и швейных игл.

Особенностями метода МАП является непрерывный контакт абразивных частиц с поверхностью обрабатываемого изделия, что способствует съему материала с поверхности иглы в течение всего периода обработки без появления в зоне резания критических давлений и температур, вызывающих прижоги поверхности при обычных способах полирования.

Основными факторами, определяющими процесс МАП, являются: величина магнитной индукции между полюсами электромагнитов; материалы магнитно-абразивного порошка и обрабатываемой детали; величина рабочего зазора между полюсами электромагнитов; скорость относительных движений порошка и детали; наличие вспомогательных рабочих движений детали и порошка; состояние исходной поверхности; наличие и вид СОЖ; величина зерен порошка. Экспериментальные исследования на установке МАП швейных игл позволяют установить значимость каждого из этих факторов. При этом целесообразно использовать многофакторный эксперимент с целью сокращения времени и количества испытуемых образцов.

Электромагнитная система состоит из двух электромагнитов с полюсами и помещенной между ними кюветой с ферромагнитными абразивными частицами. Электромагниты переключаются попеременно на противоположные полюса, в результате чего частицы движутся от одной стенки кюветы к другой с частотой, равной частоте переключения электромагнитов.

В.И.ТАРХАНОВ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Ульяновск, Россия

В свое время при внедрении ГОСТ 1759–70, который установил марки сталей, технологию изготовления и механические свойства болтов, автор провел их экспериментальные исследования. При испытании на сопротивление усталости резьбовых соединений с болтами классов прочности 4.6–12.9 получены низкие пределы выносливости. В конечном итоге ГОСТ Р 52627-2006 (ИСО 898-1:1999), введенный в 2008 году, не распространяется на болты, винты и шпильки с таким особым свойством, как усталостная прочность. Теперь нагрузочную способность резьбового соединения обуславливает статическая прочность болта и гайки. Разрушение резьбового соединения при перегрузке может произойти либо вследствие разрыва стержня болта, либо из-за срыва резьбы гайки или болта. Разрыв стержня болта обычно случается внезапно и сопровождается резким звуком – разрушенный болт можно легко заметить и своевременно заменить. Срыв резьбы совершается постепенно и его трудно обнаружить, значит существует опасность, что в соединении находится болт или гайка с поврежденной резьбой. К тому же, соединение при срыве резьбы часто становится неразъемным, так как гайку невозможно отвернуть ключом. Следовательно, резьбовое соединение целесообразно конструировать так, чтобы при перегрузке разрушение всегда происходило по стержню болта.

Однако из-за наличия многих переменных факторов, влияющих на стойкость резьбы к срыву (прочность материала болта и гайки, зазоры в резьбе, размеры гайки под ключ и т. д.), потребуется непомерно большая высота гайки, чтобы гарантировать разрушение болтов именно по стержню во всех случаях перегрузки резьбовых соединений. Анализ прочности резьбовых изделий различных размеров на сопротивление срыву резьбы показал, что следует отказаться от твердо установленных относительных размеров высоты гаек, например, $m/d = 0,8$. Имеются два типа таких гаек. Шестигранные гайки типа 2 (ИСО 4033 : 1999) примерно на 10 % выше, чем гайки типа 1 (ИСО 4032 : 1999, ГОСТы 5915-70 и 5927-70). Согласно ГОСТ Р 52628-2006 (ИСО 898-2:1992, ИСО 898-6:1994) гайки типа 1 предназначены для классов прочности 4, 5, 6, 8, 10 и 12 (до М16), а гайки типа 2 – для классов прочности 9 и 12 (свыше М16); предусмотрены также альтернативные варианты.

муфты относительно цепи за один цикл $S_{\delta} = 2\delta r$, а средняя скорость скольжения зубьев по роликам (или зубьев вместе с роликами по втулкам) $v_s = \delta\omega_1 r / \pi$, где ω_1 – угловая скорость ведущей полумуфты.

Как и у полукардана, ведомый вал цепной муфты, если он не соосен с ведущим, вращается с переменной угловой скоростью ω_2 при $\omega_1 = const$.

Мгновенное передаточное отношение

$$i_{12} = \omega_1 / \omega_2 = (1 - \sin^2 \delta \cos \varphi_1) / \cos \delta,$$

где φ_1 – переменный угол поворота ведущего вала, отсчитываемый от некоторого исходного положения.

Непостоянство ω_2 оценивают коэффициентом неравномерности [3]:

$$K = \omega_{a_2} / \omega_{m_2},$$

где $\omega_{a_2} = 0,5(\omega_{2_{\max}} - \omega_{2_{\min}})$ – амплитуда изменения ω_2 ; $\omega_{m_2} = \omega_1$ – средняя скорость.

С учетом выражений для $\omega_{2_{\max}}$ и $\omega_{2_{\min}}$, $K = 0,5 \sin \delta \operatorname{tg} \delta$ или приближенно (так как угловое смещение незначительно) $K = 0,5\delta^2$.

Угловое ускорение ведомого вала [4]

$$\varepsilon_2 = d\omega_2 / dt = \varepsilon_1 i_{21} + \omega_1^2 i'_{21},$$

где ε_1 – угловое ускорение ведущего вала; $i_{21} = \omega_2 / \omega_1 = 1 / i_{12}$; $i'_{21} = -i_{21}^2 \sin \delta \operatorname{tg} \delta \sin 2\varphi_1$.

Следовательно, муфты МЦО и МЦД являются асинхронными. Переменность i_{12} обуславливает дополнительные динамические нагрузки на их звенья.

Муфта МЦПр является сдвоенной. Вторая муфта должна компенсировать неравномерность вращения, создаваемую первой. При этом $\omega_1 = \omega_2$, т. е. муфта синхронная, что обеспечивает в случае, когда оси валов лежат в одной плоскости и $\delta_1 = \delta_2$ (ведущий и ведомый валы параллельны). Хотя $i_{12} = const$, однако, на валы будут действовать дополнительные динамические нагрузки, обусловленные инерционностью и неравномерным вращением промежуточного вала.

Таким образом, выполнен анализ работы цепных муфт различных видов, получены исходные данные для оценки потерь энергии в них (КПД) и определения нагрузки, действующей на детали муфт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поляков, В. С. Справочник по муфтам: справ. / В. С. Поляков, И. Д. Барбаш, О. А. Ряховский. – Л.: Машиностроение, 1979. – 334 с.
2. Тарабасов, Н. Д. Цепные муфты. Проектирование, изготовление и эксплуатация: справ. / Н. Д. Тарабасов, П. Н. Учаев. – М.: Машиностроение, 1987. – 256 с.
3. Учаев, П. Н. Разработка методов расчета и оптимального проектирования скоростных цепных передач и муфт: дис. ... д-р техн. наук / Учаев Петр Николаевич. – Харьков, ХПИ, 1992. – 398 с.
4. Кожевников, С. Н. Карданные передачи: учеб. пособие / С. Н. Кожевников, П. Д. Перфилов. – Киев: Техника, 1978. – 254 с.

Наиболее эффективно частицы будут обрабатывать иглы в тех местах электромагнитного поля, где магнитная индукция наибольшая.

С целью определения магнитного потока, магнитной индукции в зоне обработки были проведены измерения плотности магнитного потока в различных точках электромагнитной системы. Измерения проводились при отсутствии ферромагнитных частиц в зазоре между полюсами электромагнитов, а также при наличии ферромагнитных частиц в кювете, находящейся между полюсами электромагнитов. Измерения проводились с помощью тесламетра ЭМ 4305.

Измерения показали, что наличие ферромагнитных частиц в зазоре между полюсами электромагнитов не влияет на плотность магнитного потока. Установлено, что в зазоре между полюсами электромагнитов, начиная от одного полюса электромагнита к другому, происходит постепенное снижение магнитной индукции, которая в середине между полюсами равна нулю, а далее опять возрастает и достигает максимума (5 мТл) на границе полюса второго электромагнита. Это свидетельствует о том, что наиболее эффективная обработка иглы будет в зонах, прилегающих к границам полюсов, точнее у стенок кюветы.

Были проведены измерения магнитной индукции вдоль плоскостей полюсов. Установлено также, что максимальная магнитная индукция (30 мТл) располагается на окраинах полюсов. В центре в форме эллипса магнитная индукция минимальная (5 мТл). Поэтому целесообразно проводить обработку игл в зонах с наибольшей плотностью магнитного потока, где эффективность обработки будет наибольшая.

На основе проведенных измерений были построены эпюры силовых электромагнитных линий по всей зоне в плоскостях полюсов электромагнитов, т. е. силовая топография магнитного поля. Такое представление силового магнитного потока позволяет выбрать зоны с максимальной магнитной индукцией, где эффективность обработки игл будет наивысшей.

В процессе магнитно-абразивного полирования на ферромагнитные частицы будут действовать силы электромагнитного поля. Кроме того, при вертикальном движении иглы будет происходить трение поверхностей частиц о поверхность игл. При продольном движении кюветы с абразивными частицами также будет происходить трение частиц по поверхностям игл. При планетарном движении иглы также будут тереться об абразивные частицы. При трении частиц на их взаимодействие с иглой будут влиять не только векторы скоростей частиц, но и силовое воздействие магнитного поля. В результате суммирования таких относительных движений частиц и швейных игл происходит случайный контакт частиц и поверхности иглы, что дает более равномерное полирование всей рабочей поверхности иглы.

Л.А.БОРИСЕНКО, В.Л.КОМАР, Р.Ю.КАРАНКЕВИЧ, Д.И.ЛАГОЙКО
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В развитие предложенной авторами концепции построения планетарных механизмов с гибкими связями исследовался планетарный механизм с цепной гибкой связью в виде двухрядной втулочной цепи 2ПВ-9.525 по ГОСТ 13568-75. Механизм предназначен для реализации передаточного отношения 65 и может быть использован для привода исполнительного механизма мощного электрического разъединителя. С этой целью разработаны рабочие чертежи опытного образца, изготовлен механизм и проведены лабораторные испытания.

Механизм имеет простое устройство и малую стоимость благодаря тому, что в нем используются в качестве основных силовых элементов звездочки и цепи с хорошо отработанной технологией. Он включает две цепи, охватывающие соответственно звездочки первой ступени и звездочки второй ступени. Сателлитные звездочки выполнены в виде одного блока. Благодаря такой схеме оказалось возможным отказаться от специального устройства передачи движения от сателлитов на выходной вал, что значительно упрощает конструкцию.

Разница чисел зубьев звездочек в первой ступени, как и во второй ступени, принята равной единице. В данном проекте приняты следующие значения чисел зубьев звездочек: 35, 34, 22, 23. При этом межосевое расстояние в первой ступени равно межосевому расстоянию во второй ступени. Расчеты показывают, что межосевое расстояние при разности чисел зубьев звездочек равной единице определяется, в первую очередь, не диаметрами звездочек, а шагом цепи. Именно благодаря этому обстоятельству оказалось возможным реализация двухступенчатой схемы. Выведены соответствующие формулы для подсчета передаточного отношения и межосевого расстояния. Эти формулы использованы для решения задач синтеза таких механизмов для требуемых передаточных отношений. Проведены соответствующие расчеты на основе которых можно определять основные параметры механизма реализующего требуемое передаточное отношение. Оказалось, что механизмы данной схемы могут реализовывать передаточные отношения в широком диапазоне от нескольких десятков до нескольких тысяч, при этом габариты передачи сохраняются минимальными. Изготовлен макет передачи реализующей передаточное отношение 105 при следующих значениях чисел зубьев звездочек: 23, 22, 18, 19. На той же основе разработан проект передачи реализующей передаточное отношение 1128 при следующих значениях чисел зубьев звездочек: 49, 48, 46, 47.

ду соседними звеньями в течение одного цикла (время одного оборота муфты) меняется в пределах:

$$\left(180^\circ - \frac{360^\circ}{m}\right) - \beta \dots \left(180^\circ - \frac{360^\circ}{m}\right) + \beta$$

а их суммарное угловое перемещение равно 8β . Угол β находим следующим образом: $\beta = \left(180^\circ - \frac{360^\circ}{m}\right) - 2\alpha$, причем α определим из решения треугольника BAO (рис. 3), у которого известны все стороны: $AO = r + \Delta_{r_1}$, $BO = r + \Delta_{r_2}$ и $AB = P$, где r – делительный радиус звездочек; P – шаг цепи. Приблизительно $\beta = mP / 2\pi$.

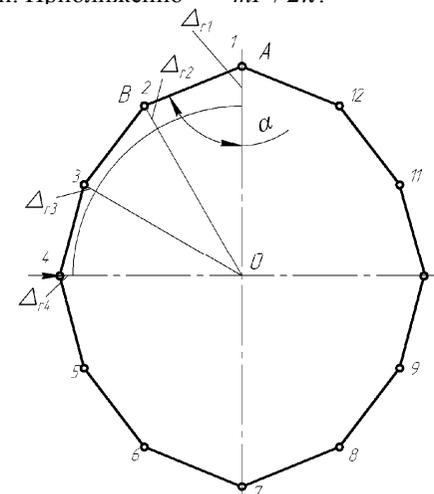


Рис. 3. Расположение шарниров цепи в муфте

Результаты расчета приведены в табл.

Табл. Относительное смещение (мм) элементов цепи с шагом 25,4 мм

Число звеньев m	Делительный радиус r	Радиальное смещение Δ_r	Радиальное смещение шарниров		Угол β
			Δ_{r_1}	Δ_{r_2}	
12	98,14	0,6	1,04	0,89	0°45'
		1,2	2,08	1,79	1°20'
16	130,20	0,6	1,04	0,93	0°38'
		1,2	2,08	1,86	1°12'

Цепные муфты можно отнести к полукарданами, не имеющим конструктивно выполненных осей качания, однако допускающим поворот осей валов в пределах небольшого угла. При угловом смещении осей валов движение одной полумуфты относительно другой будет возвратно-поступательным. Оно вызывает дополнительные потери энергии, износ зубьев полумуфт, роликов и втулок цепи. Линейное перемещение полу-

Л.А.БОРИСЕНКО, В.Л.КОМАР, Р.Ю.КАРАНКЕВИЧ, Д.И.ЛАГОЙКО
 Государственное учреждение высшего профессионального образования
 «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 Могилев, Беларусь

В машиностроении широко применяются клиновые ремни с силовой арматурой в виде хлопчатобумажных, полиэфирных или стекловолоконных нитей. Общим недостатком таких конструкций является их вытяжка под нагрузкой. Это является следствием коренного недостатка ремня – малой жесткости, обусловленной тем, что в силу необходимости легко деформироваться при огибании шкивов, ремень выполняется из упругопластичных материалов типа резины или полиуретана, не выдерживающих существенных усилий растяжения.

Нами предложена новая конструкция клинового ремня, содержащего основу в виде отрезка цепи, состоящего из рабочих звеньев, шарнирно связанных между собой и снабженных фрикционными элементами клиновидной формы, выполненными из полимеров типа резины с хорошими фрикционными свойствами (патент РБ 4249).

Благодаря такому решению увеличивается продольная жесткость ремня и, как следствие, уменьшается его вытягивание в процессе эксплуатации. Дополнительное достоинство ремня состоит в том, что можно регулировать длину ремня за счет добавления или изъятия нужного числа звеньев. А также возможность производить натяжение ремня путем регулирования длины натяжного звена цепи.

На кафедре ОПМ изготовлено несколько конструкций ремней такого типа. Силовую основу ремня образует стандартная втулочная цепь с шагом 9.525. Фрикционные элементы образованы путем вулканизации сырой резины на звеньях цепи. С этой целью изготовлены пресс-формы двух видов: плоская и круговая, в которых имеются клиновидные пазы для формирования клинового профиля соответствующего стандартному сечению типа О. После укладки сырой резины и установки цепи пресс-форма помещается в термошкаф, где при температуре 180 градусов происходит вулканизация ремня. После охлаждения ремня на нем выполняются скосы для разделения сплошной резиновой полосы на отдельные элементы. При хорошей подготовке поверхностей и высоком качестве резины адгезия резины к металлу оказывается достаточно высокой.

Изготовлены ремни двух видов – одноклиновые и трехклиновые. Трехклиновые ремни предназначены для комплектации клинового вариатора новой конструкции, также разработанного на кафедре ОПМ.

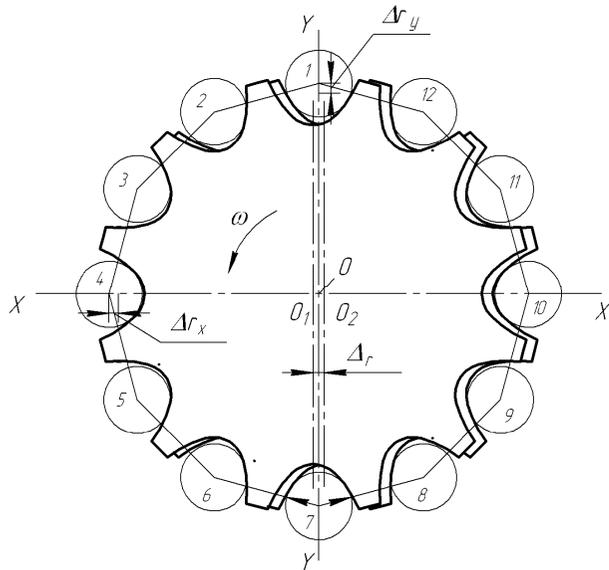


Рис. 1. Перемещение цепи при радиальном смещении полумуфта

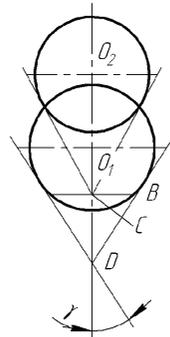


Рис. 2. Первоначальное и конечное положение шарнира

При известных радиальных перемещениях двух шарниров найдем перемещения остальных. Например, принимая $\gamma = 30^\circ$ (для зубьев с прямолинейным профилем), $m = 12$, можно записать $\Delta_{r1} : \Delta_{r2} : \Delta_{r3} : \Delta_{r4} = 1,73 : 1,49 : 1,24 : 1,00$, а при $m = 16$ имеем $\Delta_{r1} : \Delta_{r2} : \Delta_{r3} : \Delta_{r4} : \Delta_{r5} = 1,73 : 1,55 : 1,37 : 1,18 : 1,00$.

В соответствии с полученным результатом на рис. 3 показано расположение шарниров цепи в муфте. Особенность в том, что за счет радиального смещения осей соединяемых валов, ее звенья (и шарниры) совершают колебательное движение с определенной амплитудой. При этом угол меж-

В.Г.БУТКЕВИЧ, А.В.ЛОКТИОНОВ, М.Г.ФРАНГУ

Учреждение образования

«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Витебск, Беларусь

В текстильной промышленности Республики Беларусь сложилась напряженная ситуация с разработкой и внедрением новых видов тканых и трикотажных изделий. Связано это с тем, что ассортимент пряж и нитей, выпускаемых прядильными производствами предприятий недостаточен из-за того, что используются в большинстве устаревшие технологии оборудование 60 – 70-х годов. Существующие технологии и оборудование достаточно трудо- и энергоемки, что приводит к значительной себестоимости нитей и пряж даже традиционного вида. Закупать нити из-за рубежа в больших объемах предприятия-производители не в состоянии из-за сложной экономической ситуации.

В мировой текстильной промышленности в последнее время широко применяются новые виды нитей и пряж. Это позволяет расширить ассортимент текстильных изделий, снизить их себестоимость и повысить производительность оборудования. Одними из этих нитей являются нити с разрезным ворсом. Технология их получения в настоящее время не оптимальна.

Следует разрабатывать оборудование, позволяющее стабильно формировать нити с разрезным ворсом широкого диапазона линейных плотностей с удовлетворительной, для условий прядильного производства, скоростью.

Разработана лабораторная установка, позволяющая получить нити с разрезным ворсом широкого диапазона линейных плотностей со скоростью формирования до 15 м/мин. В предлагаемой установке использованы вращающиеся с частотой $5 \times 10 \text{ мин}^{-1}$ ножи круглой формы. Это позволяет значительно стабилизировать условия формирования волокнистого полуфабриката и исключить влияние режущего элемента на процесс получения нити. Использование модернизированных колец с бегунками и веретенами кольцевых прядильных машин позволило значительно увеличить скорость формирования нити и достичь требуемых скоростей 12-15 м/мин.

Для разработки промышленной технологии и создания конкурентоспособного оборудования для формирования нитей с разрезным ворсом проведены следующие работы:

С.А.СЕРГЕЕВ, Д.В.МОСКАЛЕВ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования«КУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Курск, Россия

Необходимость исследования привода с цепными муфтами заключается в определении его кинематических параметров: перемещений, скоростей и ускорений полумуфт и звеньев, угловых скоростей и ускорений ведомого вала при радиальных Δ и угловых δ смещениях осей соединяемых валов.

В качестве объекта были выбраны следующие разновидности цепных муфт: МЦО – муфта с однорядной роликовой цепью по ГОСТ 20742-81; МЦД – муфта с двухрядной цепью [1]; МЦПр – муфта с промежуточным валом.

Абсолютное движение ведомой полумуфты можно представить как сумму переносного (вместе с ведущей полумуфтой) и относительного движений. Представляет интерес прежде всего относительные перемещения деталей, поскольку они определяют потери мощности в муфте (ее КПД), износ цепи и зубьев звездочек.

Относительные движения могут быть вызваны крутильными колебаниями и смещениями осей валов. В системе координат, связанной с ведущей полумуфтой, рассматриваем лишь относительное движение. При радиальном смещении осей валов движение одной полумуфты относительно другой будет круговым (если считать цепь идеально упругой, то траектория любой точки ведомой полумуфты представляет собой окружность радиуса Δ).

На рис. 1 показано правое крайнее положение полумуфты 2, причем число звеньев (шарниров) цепи $m = 12$. В плоскости $X - X$ радиального смещения полумуфт шарниры 4, 10 находятся во впадине зубьев и у муфты МЦО они контактируют лишь с одной звездочкой. В плоскости $Y - Y$ шарниры 1, 7 одновременно соприкасаются с зубьями обеих звездочек. Остальные шарниры занимают промежуточные положения. Шарнир 4 сместился в радиальном направлении на величину $\Delta_{r4} = 0,5\Delta$.

Найдем радиальные перемещения Δ_{r1} , Δ_{r2} , Δ_{r3} шарниров 1, 2, 3, обратившись к рис. 2, где O_1 и O_2 – первоначальное и конечное положение шарнира 1, $BC = 0,5\Delta$ и γ – угол впадины зубьев [2]. Так как $\Delta_{r1} = O_1O_2 = CD$, то $\Delta_{r1} = 0,5\text{ctg} \gamma$.

А.Г.СЕМИН, А.М.ТИМОФЕЕВ, А.В.ЛОКТИОНОВ

Учреждение образования

«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Витебск, Беларусь

На швейных машинах, выпускаемых промышленностью, рамка игловодителя в процессе образования шва перемещается вдоль платформы. При получении сложной строчки игле сообщают дополнительное движение с помощью кулачковых и рычажно-кулачковых механизмов. Движение рамки игловодителя происходит с остановками в течение времени нахождения иглы в ткани.

В машинах 75 класса приводом служит дисковый кулачок с пазом и рычажный механизм. Чем больше остановок (операций) в цикле, тем больший диаметр имеет диск кулачка, который расположен вне корпуса машины. Это значительно увеличивает габариты и ухудшает внешний вид машины. Из-за особенностей работы механизма некоторые участки пазов кулачка выполняются в виде дуг окружностей небольшого радиуса. Наличие высших кинематических пар, появление жестких и мягких ударов не позволяет использовать такие механизмы при высоких скоростях.

Для устранения указанных недостатков в качестве привода рамки игловодителя предложено устройство, содержащее механизм преобразования вращательного движения приводного вала в прерывисто-вращательное выходного звена. Механизм выполнен в виде планетарной передачи, сателлит которой имеет выступ, шарнирно связанный с шатуном, и кривошипа, входящего во вращательные пары с шатуном и тягой рамки игловодителя.

При равномерном вращении водила сателлит обкатывается по неподвижному центральному колесу. Шарнир, соединяющий выступ сателлита с шатуном, описывает удлиненную гипоциклоиду, образующую несколько петель в зависимости от отношения числа зубьев колеса и сателлита. Движение шарнира через шатун, кривошип и тягу передается рамке игловодителя, совершающей качательное движение. Во время прохождения шарнира выступа по петле, рамка игловодителя имеет приближенную остановку, стабильность которой зависит от расположения этого шарнира на выступе сателлита.

Предложенное устройство имеет меньшее число звеньев, габариты и обеспечивает более стабильную остановку ведомого звена, что повышает надежность механизма и улучшает качество изготавливаемых швейных изделий.

– аналитически описаны основные технологические этапы формирования нити и на основе этого определены основные структурные, технологические и кинематические параметры процесса;

– спроектирован и изготовлен узел для формирования волокнистого полуфабриката;

– спроектирован и изготовлен узел крутильно-мотального механизма;

– создан комплект конструкторской и технологической документации на опытную машину;

– изготовлена опытная машина для получения нитей с разрезным ворсом;

– проведены опытные и промышленные испытания технологии и оборудования.

Одной из основных задач формирования фасонной нити с разрезным ворсом является обеспечение формирования волокнистого полуфабриката требуемой формы и структуры для дальнейшего использования его в качестве ворсовой основы. Ворсовая нить при этом движется по формирующей поверхности по спирали с переменным шагом. Для комплексного решения задачи, а именно разработки нового технологического процесса аналитически описаны основные этапы формирования. Аналитическое описание этого движения позволит определить силы натяжения нити, (что обеспечит стабильность процесса в плане обрывности), а так же оптимизировать плотность набивки для получения качественной нити.

Задача определения формы и натяжения вращающейся нити имеет не только теоретический интерес, но и прикладное значение. Правильная заполняемость ворсового компонента позволяет получить нити с разрезным ворсом требуемого качества.

Рассматривая с учетом сопротивления среды вращение гибкой нити вокруг формирующей поверхности круглой формы и считая воздушную среду однородной, нить при равномерном вращении принимает, при относительном равновесии, некоторую неизменную форму. Получены расчетные формулы, позволяющие определить натяжение нити, и кривая, образованная нитью при движении ее по сборной поверхности. Последнее позволяет определить оптимальность заполнения фасонной нитью ворсовой поверхности и, как следствие, получить нити требуемого качества. Разработанная опытная установка позволяет обеспечить формирование нитей с разрезным ворсом линейной плотности 60-1000 текс со скоростью формирования до 10 м/мин. Предложенные нити используются в ткацком и трикотажном производстве.

Н.Н.ГОБРАЛЕВ, С.В.СВИРИДОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Как показывает анализ редукторов, созданных на основе различных традиционных передач, у редукторов с планетарно-роликовым зацеплением имеются преимущества. Сравнения проводились по коэффициенту удельной относительной материалоемкости q . В тоже время, если у них коэффициент q имел лучшие значения ($q = 0,027$), то коэффициент полезного действия был сравнительно невысокий ($\eta \approx 0,8$).

Повышать конкурентоспособность отмеченной передачи следует за счет уменьшения потерь на трение в зацеплении. Для анализа происходящих процессов достаточно рассмотреть работу ролика в пределах одной ячейки.

Как показывают данные экспериментальных исследований, износ профилей звеньев передачи наблюдается главным образом на пиках вершин и впадин многопериодной кривой. Это объясняется тем, что на этих небольших по протяженности участках происходит возрастание и убывание нормальных сил между звеньями передачи, а в относительном движении сателлита преобладает его проскальзывание по пику и качение в ложбинке. Устранить отмеченный недостаток можно технологически – подобрав нужные геометрические параметры зацепления и режущего инструмента.

Зоны между пиком и впадиной характеризуются возрастанием нормальных сил между звеньями, величина которых достигает максимума в их середине. Так как в относительном движении сателлита преобладает скольжение, то происходит интенсивное изнашивание всех звеньев зацепления и особенно сепаратора. Для снижения удельных давлений в контактах следует удлинить зону, что позволит увеличить количество сателлитов, передающих максимальную нагрузку. Действенной мерой является также замена скольжения роликов на их качение.

Учитывая полученные выводы была синтезирована комбинированная беговая дорожка. Теоретические исследования редуктора с такой дорожкой для расчетных параметров $M = 250 \text{ Нм}$, $u = 9$, $n = 950 \text{ мин}^{-1}$, показали, что при общем количестве сателлитов 9 их количество на средней части многопериодной кривой равно 5. Это позволяет увеличить время передачи зацеплением максимальной нагрузки в 2,5 раза и уменьшить колебание значений крутящего момента на входе редуктора в 16 раз.

С.И.РОДИОНОВА, *В.А.КРАСОВСКИЙ, *М.М.ТУРАНДИН

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*ОАО «МОГИЛЕВХИМВОЛОКНО»

Могилев, Беларусь

Плавнорегулируемые зубчатые передачи могут быть созданы на базе СПЗК (составных полисекторных зубчатых колес), образованных зубчатыми секторами, способными изменять свое положение относительно центра вращения составного зубчатого колеса, при наличии надежного и простого механизма изменения передаточного отношения.

Можно выделить следующие схемы плавнорегулируемых зубчатых передач с СПЗК:

- передача с промежуточным зубчатым колесом внутреннего и внешнего зацепления и двумя СПЗК внешнего зацепления;
- передача с центральным колесом в виде СПЗК внутреннего зацепления и сателлитом внешнего зацепления;
- передача с центральным зубчатым колесом внутреннего зацепления и с сателлитом в виде СПЗК внешнего зацепления.

Взаимодействие СПЗК в данных схемах можно классифицировать следующим образом:

- СПЗК внешнего зацепления взаимодействует с цельным зубчатым колесом внешнего зацепления;
- СПЗК внешнего зацепления взаимодействует с цельным зубчатым колесом внутреннего зацепления;
- СПЗК внутреннего зацепления взаимодействует с цельным зубчатым колесом внешнего зацепления.

Для всех вышеприведенных схем была составлена расчетная математическая модель, позволяющая оценить характер качественного и количественного распределения износа по профилю зубьев зубчатых секторов СПЗК в зависимости от их положения относительно центра вращения СПЗК и оси симметрии зубчатого сектора, а также определить качественные показатели зацепления. Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы. Минимальные значения износа на ножках и головках зубьев зубчатых секторов СПЗК наблюдаются в передаче с центральным колесом в виде СПЗК внутреннего зацепления и сателлитом внешнего зацепления. Данная модификация относится к эксцентриковым планетарным передачам, что предопределяет широкий диапазон регулирования и простую кинематическую схему.

трапецеидальной формы. Шестерня входит с ними в зацепление с разным плечом, что и помогает немного изменить передаточное отношение. Однако механизм имеет недостатки: сложность при проектировании и изготовлении зубьев рейки, кроме того, малый диапазон регулирования передаточного отношения.

Реечный рулевой механизм с переменным передаточным отношением VGR (Variable Gear Ratio) использовался на автомобилях Honda NSX. Зубья рейки и шестерни в этом механизме выполнены с переменными шагом, профилем и кривизной. Недостатки этого механизма заключаются в необходимости дополнительных перемещений шестерни, а также сложность при проектировании и изготовлении зубьев рейки и шестерни, кроме того, зацепление зубьев рейки и шестерни осуществляется неудовлетворительно по сравнению с классическим вариантом зубчато-реечного зацепления.

Система активного рулевого управления AFS (Active Front Steering), разработанная инженерами BMW имеет в своем составе планетарную передачу, корпус которой может вращаться с помощью электромотора. Она встроена в разрезанный рулевой вал и управляется командами компьютера. Система AFS позволяет изменять передаточное отношение рулевого привода в очень широких пределах. В низкоскоростных режимах передаточное отношение снижается до 10, а при высоких скоростях передаточное отношение повышается до 20 и более. Кроме того, планетарный механизм с электромотором может поворачивать управляемые колеса на 7—8 градусов по команде бортовой электроники.

Фирма Honda в реечный рулевой механизм встраивает устройство, состоящее из двух реек, установленных коаксиально одна внутри другой и связанные через червячный привод с электромотором. Одна рейка, как обычно, вращается шестерней рулевого вала, а другая связана с рулевыми тягами. По сигналу от управляющего блока электродвигатель подает ведомую рейку вправо или влево от ведущей — и колеса поворачиваются на больший угол.

На автомобилях ВАЗ-2111 последних лет выпуска используется механизм 2110-3400010 с переменным передаточным отношением, который позволяет на 5-15 % снизить усилие на рулевом колесе при больших углах поворота.

Одним из возможных вариантов увеличения мощности рулевых винтореечных механизмов, содержащих винт, поршень-рейку и зубчатый сектор, возможно на основе использования зубчатого сектора, геометрический центр которого не совпадает с осью его вращения. В зависимости от конструкции рулевого механизма и рулевого привода увеличение мощности может составлять от 5 % до 20 %. Так с увеличением угла поворота рулевого колеса автомобилей МоАЗ до 50 градусов усилие на рулевом колесе снижается до 15 %.

УДК 621.891.67-762
ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ
ПЛОТНОСТЬ ПАР ТРЕНИЯ ТОРЦОВЫХ УПЛОТНЕНИЙ

В.М.ГОЛУБ, М.В.ГОЛУБ
Учреждение образования
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Брест, Беларусь

С развитием отраслей промышленности расширяется область применения гидравлических систем, гидроприводов и гидроагрегатов. В гидравлических системах используются различные уплотняющие элементы, от работоспособности которых зависит надежность всей системы в целом. Качественный уровень уплотнений зачастую определяет как конструкцию гидромашины, так и схему ее технологической обвязки. Многие эффективные технологические схемы, где требуется создание высоких давлений перекачиваемой среды, не реализованы из-за отсутствия надежных уплотнений валов гидромашин и гидроаппаратов.

На современных центробежных насосах герметизация выхода вала из корпуса осуществляется уплотнениями торцового типа, как наиболее эффективными. Основными герметизирующими элементами таких уплотнений являются кольца контактные торцовой пары трения.

Принцип герметизации в таком уплотнении основан на создании гидравлического сопротивления в торцовом щелевом зазоре контактного пояса пары трения, практически исключающего протечки жидкости. Гидравлическое сопротивление создается весьма малым щелевым зазором, который достигается прецизионной обработкой контактных поверхностей колец ($R_a = 0,08 \dots 0,16$ мкм и отклонением от плоскостности $0,6 \dots 0,9$ мкм).

Предъявляемые к уплотнениям вала гидромашин требования все время повышаются. Необходимо обеспечить надежную и длительную работу уплотнений при больших величинах давления уплотняемой среды (до 10,0 МПа и более), иногда с плохой смазочной способностью и даже при наличии в ней механических примесей, а также высоких скоростях вращения вала, иногда при наличии вибрации.

Как показывает отечественный и зарубежный опыт, разработки направленные на повышение срока службы таких уплотнений, обычно заключаются в подборе материалов колец пар трения в зависимости от свойств уплотняемых сред. При этом, как правило, невращающееся кольцо изготавливается из мягких антифрикционных материалов. Однако указанные разработки не дают ощутимого эффекта, в особенности при уплотнении сред с плохой смазочной способностью, по ряду причин. В частности, применяемые материалы не снижают потерь энергии на преодоление сил трения в уплотнении и не снижают утечки через него.

Нередки случаи подгорания, образования трещин и разрушения уплотнений. Часто для уплотнения валов гидромашин используют сальниковую набивку.

В связи с этим предъявляются жесткие требования к герметичности валов насосов, их пожаро- и взрывобезопасности при перекачке нефти и нефтепродуктов.

Современный период эксплуатации характеризуется значительным повышением срока службы уплотнений. Однако, общая доля отказов насосного оборудования, по причине выхода из строя уплотнений, остается преобладающей в общем числе отказов. Конструкции уплотнений должны постоянно совершенствоваться и разрабатываться новые с учетом изменения условий и режимов работы технологического оборудования.

Герметичность уплотнения оценивается величиной утечки уплотняемой среды через щель контактных колец пары трения. Поэтому важным является характер течения жидкости в узких микронных щелях.

Выбор конструктивных параметров торцовых уплотнений валов гидромашин, работающих с высоким давлением уплотняемой среды, определяется из условия минимального износа колец пары трения и практически нулевой утечки. Последнее может иметь место при оптимальном режиме трения контактирующих поверхностей колец, разделенных тонкой пленкой жидкости.

Для снижения утечки следует добиваться предельного уменьшения толщины пленки за счет приложения нагрузки на контактные кольца. Шероховатость и отклонение от плоскостности рабочих поверхностей должны составлять на порядок меньше толщины разделительной пленки. Режим трения при таких условиях оценивается как граничный. Характерным для него является то, что смазочное действие жидкости и ее течение становятся зависимыми не только от вязкости, но и от ее физико-химических свойств и поверхностно-активного взаимодействия молекул с твердым телом, ее способности адсорбироваться на трущихся поверхностях, образуя граничную пленку, чем обеспечивается эффект практической безызносности.

Граничный режим характеризуется весьма малыми потерями на трение и практически отсутствием утечки, что является желательным к его поддержанию. При неблагоприятных условиях, с повышением нагрузки и температуры на контакте, возможно разрушение разделительной пленки с переходом к сухому режиму трения, тогда важную роль начинает играть материал колец пар трения и их способность работать без разрушения некоторое время при дефиците смазки.

Разработана технология нанесения износостойких покрытий рабочих поверхностей колец пар трения, изучены триботехнические характеристики, разработан нормальный ряд торцовых уплотнений водяных и нефтяных насосов, налажено их производство.

УДК 621. 831. 01

УВЕЛИЧЕНИЕ МОЩНОСТИ РУЛЕВОГО ПРИВОДА ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ РУЛЕВОЙ ПЕРЕДАЧИ С ПЕРЕМЕННЫМ ПЕРЕДАТОЧНЫМ ОТНОШЕНИЕМ

С.И.РОДИОНОВА, М.Л.ПЕТРЕНКО

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

Рулевое управление автомобиля, как правило, состоит из двух частей – рулевого механизма и рулевого привода. Рулевой механизм состоит из рулевого колеса, рулевого вала и рулевой передачи, а рулевой привод из рулевой сошки, рулевых тяг и рычагов. Рулевой механизм с помощью рулевой передачи и рулевого привода преобразует вращение рулевого колеса в поворот управляемых колес, таким образом, облегчает водителю управления автомобилем. Увеличение усилия, как правило, происходит за счет передаточного отношения рулевого механизма (U). Наибольшее распространение получили винтореечный рулевой механизм, который используется на легковых автомобилях большого класса ($U = 17,5$), грузовых автомобилях ЗИЛ ($U = 20$), МАЗ ($U = 23,6$), КамАЗ ($U = 20$), МоАЗ ($U = 20$), и реечный, используемый в легковых автомобилях ($U = 15 - 20$).

Все чаще последнее время говорят об активном рулевом управлении. Что это значит? При малых значениях передаточного числа рулевого механизма при движении по прямой траектории на высокой скорости, малейшее колебание рулевого колеса приводит к значительному изменению траектории движения, что небезопасно и заставляет водителя напрягаться. А при большом значении передаточного числа рулевого механизма при парковках, разворотах и маневрах приходится поворачивать рулевое колесо на большой угол, неопытный водитель может не справиться с маневром, кроме того, увеличивается усилие, которое необходимо приложить к рулевому колесу (данная проблема снимается при наличии усилителя). Таким образом, передаточное число рулевого механизма определяет “чувствительность” с одной стороны управляющих колес, с другой – рулевого колеса и зависит от скорости и траектории движения автомобиля. Создать активное рулевое управление можно путем применения в рулевом механизме схем передач с переменным передаточным отношением. Существует несколько схем реечных рулевых механизмов с переменным передаточным отношением.

Реечный рулевой механизм ZF с переменным передаточным отношением. Зубья рейки данного механизма выполнены с переменным профилем, а, именно, в околонулевой зоне зубья треугольные, а ближе к краям —

Червячные передачи качения характеризуются следующими качественными показателями: скоростью геометрического скольжения, передаточным отношением, коэффициентом перекрытия.

Рабочие поверхности тел качения червячного (пальцевого) колеса выбирают из двух вариантов. В первом варианте рабочими являются цилиндрические поверхности пальцев или подшипников, которые в работающей передаче испытывают геометрическое трение о сопряженные поверхности пружины или витка винта, в результате теряется до 5 % передаваемой механической энергии. С целью снижения потерь энергии на геометрическое трение в зацеплениях винтовой пальцевой передачи целесообразно использовать тела качения по второму варианту, с конической рабочей поверхностью, при этом сечение витка винта осевой плоскостью имеет контур трапеции. Условием отсутствия геометрического трения в зацеплении является расположение вершин конусов рабочих поверхностей тел качения на оси вращения винта.

Как и для любой червячной передачи, номинальное передаточное отношение u_n червячной передачи качения определяется исходя из того факта, что за один оборот однозаходного червяка колесо поворачивается на величину углового шага. При создании редукторов общего назначения, содержащих червячные передачи качения, с целью унификации присоединительных параметров, значения u_n следует округлять до величин, предусмотренных ГОСТ 2144-93 на червячные передачи. Первый ряд значений u_n (предпочтительный): 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; второй ряд: 9; 11,2; 14; 18; 22,4; 28; 35,5; 45; 56; 71.

Коэффициент перекрытия ε_γ , равный числу пальцев одновременно зацепляющихся с витками пружины или винта в работающей передаче, определяется угловым шагом и углом φ_γ перекрытия колеса передачи (это угол поворота колеса передачи от положения входа пальца (подшипника) в зацепление до выхода его из зацепления с пружиной или винтом). Угол φ_γ весьма важен для теоретических исследований, так как является аргументом для исследования функций кинематической погрешности, статических и динамических взаимодействий, потерь в зацеплениях.

Для пружинно-пальцевой передачи необходимо задавать $\varepsilon_\gamma = 2,05$, так как витки пружины, жестко закрепленной своими концами на бобышках ведущего вала, взаимодействуют с пальцами колеса следующим образом: с одной стороны пружина тянет выходящий из зацепления палец, с другой стороны – толкает палец, вошедший в зацепление. При изменении направления вращения картина меняется на обратную. Другие (промежуточные) пальцы, находящиеся в зацеплении, воспринимают незначительные нагрузки. Для винтовой пальцевой передачи целесообразно принять $\varepsilon_\gamma = 1,05$, так как она, как и большинство других механических передач, является приближенной.

УДК 621.891.67
ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ МАШИН ПУТЕМ
ПРИМЕНЕНИЯ ТВЕРДЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.М.ГОЛУБ, М.В.ГОЛУБ, Ю.А.ДОБРИЯНИК
Учреждение образования
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Брест, Беларусь

Машиностроительные предприятия в современных условиях непрерывно совершенствуются, обновляется их станочное оборудование и технологические процессы, направленные на повышение качества выпускаемых изделий.

Получившие в последнее время развитие, научно-исследовательские работы по изысканию средств улучшения качества изделий, являются комплексом различных проблем, к числу которых следует отнести: создание новых материалов, обладающих необходимыми физико-механическими характеристиками, при условии высокой стабильности; дальнейшее совершенствование методов разработки конструкций изделий и технологии изготовления деталей; сборку узлов и механизмов машин, их регулировку и техническое обслуживание при эксплуатации.

В процессе конструкторско-технологического формирования машин с высокими технико-экономическими показателями, необходимо установить оптимальные эксплуатационные требования, достаточные для того, чтобы была обеспечена возможность экономически выгодного использования машин.

При проектировании сложных машин и механизмов не всегда удается достигнуть равных по прочности и по долговечности всех элементов системы. Поэтому важной составной частью, как в теоретических исследованиях, так и в практической части, является задача установления оптимальных сроков службы всех элементов машин и выявления наиболее быстро изнашиваемых узлов и деталей.

Величина износа деталей пары трения зависит от свойств материала контактных поверхностей и характера смазки: нехватка смазочного материала (дефицит смазки), или плохая смазочная способность уплотняемой среды. Положение обостряется при наличии в рабочей среде механических абразивных включений и солей при значительной их концентрации.

Важной проблемой повышения износостойкости трущихся деталей машин является развитие исследований по изысканию эффективных средств упрочнения поверхностных слоев, а также повышение стабильности упрочняющей обработки. Требуют дальнейшего совершенствования и сами методы упрочнения поверхностных слоев,

таких как нанесение износостойких тонких покрытий легирующими элементами и толстых слоев из композиционных материалов биметаллической детали.

Состояние узлов трения уплотнений, осевых и радиальных опор скольжения определяет ресурс работы машины в целом, ее надежность и долговечность. Условия эксплуатации машин весьма разнообразны, поэтому трудно назвать область техники, где бы не возникали проблемы износостойкости. Неверный выбор материалов, их низкое качество, а также неправильные условия эксплуатации приводят к снижению технических показателей машины и большим экономическим потерям.

Проведенный нами анализ отказов нефтяного оборудования, в частности насосов нефтяных промыслов, магистральных нефтепроводов и переработки нефти показал, что 50...60 % вынужденных их остановок происходит из-за износа деталей пар трения уплотнений и опор скольжения.

В настоящее время для герметизации выхода вала из корпуса насоса гидромашины применяют уплотнения торцового типа, основными элементами которых являются торцовые кольца пар трения. Выбор конструктивных и технологических параметров торцовых уплотнений определяется, в первую очередь, из условия минимального, практически нулевого износа контактных колец и минимально допустимой утечки уплотняемой среды через торцовую щель пары трения.

Для обеспечения высокой износостойкости пар трения деталей термических, термохимических или других методов обработки поверхностей иногда недостаточно. Необходимы новые материалы, способные повысить ресурс работы узла трения.

Повышение износостойкости контактных поверхностей деталей возможно путем применения твердых композиционных материалов и покрытий на основе порошков карбидов металлов, например, карбида вольфрама, и их смесей с медьсодержащей матрицей. Оптимизация состава композиционного материала и совершенствование технологии его нанесения на рабочие поверхности трущихся деталей расширяет область их эффективного применения. Важным этапом исследования является экспериментальная проверка разработанных технологий упрочнения рабочих поверхностей трущихся деталей.

Авторами для изготовления деталей узлов трения машин с износостойкой рабочей поверхностью применен метод порошковой металлургии. Полученные композиционные материалы относятся к группе псевдосплавов, состоящих из частиц упрочняющей фазы и матрицы, обладающих антифрикционными свойствами. Соотношение между упрочняющей фазой и матрицей композиционного материала определяется исходя из требуемой твердости, прочности и антифрикционных свойств пары трения.

УДК 621.833.389

ПАРАМЕТРЫ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЧЕРВЯЧНЫХ ПЕРЕДАЧ КАЧЕНИЯ

Н.И.РОГАЧЕВСКИЙ, С.Н.РОГАЧЕВСКИЙ, Ю.К.ДОБРОВОЛЬСКИЙ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилёв, Беларусь

В машиностроении широко применяются червячные передачи из-за их компактности, значительного диапазона передаточных чисел, высокой кинематической точности, бесшумности. Недостатком этих передач является низкий КПД, обусловленный геометрией и кинематикой зацепления. Для устранения этого недостатка разработаны червячные передачи качения, в зацеплениях которых скольжение заменено качением. К ним относятся пружинно-пальцевые и винтовые пальцевые передачи.

Ведущее звено червячной передачи качения в виде пружины или жесткого винта взаимодействует с вращающимися пальцами, установленными на подшипниках в ведомом диске (червячном колесе), или непосредственно с подшипниками качения (скольжения), насаженными на неподвижные относительно диска пальцы. Подшипники или пальцы расположены в червячном колесе с шагом p или через шаг на делительной окружности диаметром, зависящим от шага и числа пальцев червячного колеса.

Межосевое расстояние червячной передачи качения зависит от делительного радиуса колеса и радиального смещения $x \cdot r$ пружины (винта) относительно колеса.

Ранее нами исследован только частный случай червячных передач качения, в котором проекция оси червяка (пружины или винта) на торец пальцевого колеса соприкасается с делительной окружностью колеса, то есть в котором коэффициент смещения $x = 0$. Исследования картины зацепления звеньев передачи показали, что при $x \neq 0$ снижается как кинематическая точность, так и КПД. В зацеплении смещенной передачи наряду с геометрическим трением наблюдается и линейное осевое скольжение. Поэтому небольшое смещение $x \cdot m$ (пружины) винта относительно пальцевого колеса следует выполнять при необходимости округления дробных значений межосевых расстояний до размеров из ряда $Ra 40$, а также вписывания в заданное или стандартное межосевое расстояние, предусмотренное ГОСТ 2144-93: 40, 50, 63, 80, 100, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500 мм. При проектировании редукторов общего назначения, содержащих передачи качения, с целью унификации установочных размеров, величину межосевого расстояния следует выбирать из указанного стандартного ряда.

основные закономерности движения. Во-первых, при этом получают необходимые уравнения движения, описывающие многие конкретные случаи движения. Так, большинство оборотовых упражнений в гимнастике, выполняемых на перекладине, построено на выполнении сгибательно-разгибательных движений в плечевых и тазобедренных суставах и для их формализации достаточно применить трехзвенную модель опорно-двигательного аппарата человека.

Во-вторых, на основе трехзвенной модели можно получить уравнения в компактной форме для многозвенной системы с любым числом звеньев. В гимнастике существует широкий класс движений с использованием сгибательно-разгибательных движений помимо плечевых и тазобедренных суставов. Движения при выполнении ряда спортивных упражнений осуществляются в лучезапястных, локтевых, коленных, голеностопных суставах. В этом случае опорно-двигательный аппарат человека представляют многозвенной моделью.

Используем подход, реализованный в ряде работ для процесса формирования необходимых уравнений с помощью ЭВМ на уровне произвольного количества элементов биомеханической системы, т.е. для любой многозвенной биосистемы. Предлагаемые на его основе модели кинематики и динамики биомеханической системы одинаково применимы как в условиях жесткой, так и упругой опоры.

Любое искомое уравнение для i -го звена сводится к *рекуррентному соотношению*. Достаточно определить уравнение, описывающее биомеханическое состояние предыдущего звена и свободный параметр, определяемый масс-инерционными характеристиками текущего звена и наложенными кинематическими связями, а после этого выполнить в программе циклические вычисления по i , от $i=1$ до $i=N$. Таким образом, можно автоматизировать процедуру вывода необходимых уравнений для биомеханических систем с произвольным количеством звеньев.

В динамике удобно использовать метод кинестатического анализа, позволяющий в отличие от широко используемого в биомеханических исследованиях уравнения Лагранжа второго рода проанализировать движение не только вне зависимости от вида связи, но и с учетом фрикционного характера опорной кинематической пары.

При выводе уравнений кинематики и динамики биомеханической системы широко используется прием разделения постоянных и переменных членов выражений. Это в конечном итоге позволяет создавать новые методики исследования и развивать в биомеханике новые и достаточно сложные направления.

Использование приема разделения постоянных и переменных членов уравнений в кинематике и динамике позволяет разделить две системы, в корне отличающиеся по своей природе: механическую, представленную спортивным снарядом, и биомеханическую, моделирующую опорно-двигательный аппарат человека, и исследовать их взаимодействие.

УДК 621.83
УГЛОВАЯ МУФТА С ТЕЛАМИ КАЧЕНИЯ ДЛЯ ПЛАНЕТАРНОЙ
ПРЕЦЕССИОННОЙ ПЕРЕДАЧИ ТИПА К-Н-V

П.Н.ГРОМЫКО, И.В.ТРУСОВ

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

Одним из важнейших узлов в составе мотор-редукторов, разработанных на базе планетарной прецессионной передачи типа К-Н-V, является угловая муфта. Ее основная функция – это передача крутящего момента с совершающего сферическое движение сателлита на выходной вал. Преимуществом применения угловой муфты в конструкции прецессионного редуктора является то, что она играет роль механизма, компенсирующего погрешности изготовления и сборки.

Ранее в прецессионных редукторах в качестве угловой муфты использовался шарнир Гука. Его применение приводило к ряду недостатков, а именно:

- кинематическая погрешность муфты является значимой составляющей кинематической погрешности всего механизма;
- чувствительность к попаданию продуктов приработки зубчатого зацепления, вследствие чего имеет место быстрый износ контактирующих поверхностей и выход из строя всей конструкции;
- повышенный уровень шума и вибраций.

Для минимизации этих отрицательных явлений разработана конструкция угловой муфты с телами качения. Муфта состоит из сферической полумуфты с расположенными в ней шариками и втулки-полумуфты с осевыми пазами. Основными ее параметрами являются число и диаметр тел качения, диаметр окружности, на которой они располагаются, а также диаметр паза, передающего крутящий момент.

Анализ данных, полученных при помощи компьютерного моделирования и математических расчетов, позволил дать рекомендации по оптимизации параметров конструкции угловой муфты: диаметр тел качения следует принимать максимально возможным исходя из габаритов муфты; увеличение диаметра канавки является незначительным и находится в пределах допуска на изготовление; число тел качения следует принимать, по возможности, максимально нечетным для обеспечения равномерной передачи крутящего момента.

В настоящий момент изготовлены два прецессионных мотор-редуктора, использующих конструкцию угловой муфты с телами качения, которые переданы в эксплуатацию в составе заглаживающей машины СО-170.

П.Н.ГРОМЫКО, О.М.ПУСКОВ, Л.Г.ДОКОНОВ

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

Передачное отношение прецессионной передачи фрикционного типа обеспечивается путем подбора угла наклона кривошипа к оси входного вала (угла нутации), а также угла конуса сателлита. Имея исходным при проектировании прецессионной передачи фрикционного типа передачное отношение, необходимо определить оптимальные значения указанных выше углов. Критериями при определении указанных углов являются следующие показатели. Основной – это КПД. Низкие значения данного показателя не позволят отнести проектируемую передачу к разряду силовых передач. Вторым показателем является плавность вращения входного вала, которая характеризуется таким параметром как кинематическая погрешность. Изменение значений углов нутации и угла конуса приводят к изменению габаритных размеров передачи, поэтому данный параметр также должен учитываться при оптимизации значений углов. При этом необходимо оптимизацию приводить при разных значениях силы прижатия фрикционных поверхностей. Конечный результат оптимизации должен выглядеть в виде рекомендаций по установлению значений угла нутации и угла конуса сателлита для определенного значения передачного отношения.

Для установления оптимальных параметров использовалось моделирование в среде системы твердотельного моделирования Solid-Works с использованием системы COSMOSMotion.

Разработка модели для определения значений сил в контакте и реакций в опорных элементах проводилась в два этапа.

На первом этапе рассматривался только сателлит, связанный с ведомым валом и взаимодействующий с центральными колесами. Входными данными являлись момент на ведомом валу, коэффициент трения между поверхностями сателлита и центральных колес, угол нутации, расстояние между опорами сателлита. Для определения значений сил в линиях контакта сателлита и центральных колес, и реакций в опорах сателлита была составлена система уравнений статического равновесия.

На втором этапе рассматривался входной вал передачи. Для модели, позволяющей рассчитать момент на ведущем валу и значения реакций в подшипниковых опорах ведущего вала, исходными данными служат результаты первого этапа, т.е. значения реакций в подшипниковых опорах

А.Е.ПОКАТИЛОВ, *В.И.ЗАГРЕВСКИЙ, *Д.А.ЛАВШУК

Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»*Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А.А.Кулешова»
Могилев, Беларусь

В настоящее время в механике, педагогике и спорте высших достижений стоят задачи дальнейшего развития теории движения человека и ее практического применения. При этом современное состояние вычислительной техники позволяет в полной мере использовать компьютерное моделирование как для анализа и синтеза движения в постоянной практике специалистов, так и для получения новых знаний о закономерностях управляемого движения человека.

Новые задачи в биомеханике требуют и новых подходов к оценке биомеханического состояния человека. Разрабатываемые модели должны иметь универсальный характер, т.е. не зависеть от числа степеней свободы исследуемой биомеханической системы, и учитывать при этом влияние на нее внешней среды, например, упругой опоры. При этом на повестке дня в полной мере стоят задачи синтеза и оптимизации управляемого движения человека. Синтез позволяет проектировать необходимые движения в спорте и в работе. Оптимизация дает возможность делать это наилучшим образом исходя из задаваемых критериев.

Предлагаемые в последние десятилетия принципы исследования по механике управляемого тела в области движения человека позволяют создавать новые и эффективные методы биомеханического анализа и синтеза и являются основой для развития новых направлений.

Отметим, что способы вычисления кинематических и динамических характеристик спортивных упражнений в биомеханике, а также аналогичные методы, разработанные в теории механизмов и машин, в основном ориентируются на расчет отдельно взятого звена. Выполнить расчет для многосвязной биомеханической системы, каковой представляют опорно-двигательный аппарат человека, сложно, а с ростом числа степеней свободы биосистемы, когда есть необходимость рассмотреть все подвижные кости, это сделать практически невозможно. Тем более, создать на основе полученных моделей программы для вычислительного эксперимента на ЭВМ.

Рядом проведенных исследований показано, что на примере *трехзвенной модели* биомеханической системы можно вывести все

При измерении динамической деформации упругой опоры видеокadres с камеры № 2 анализировались на 19 дюймовом дисплее с масштабом, при котором один пиксель содержал 1,124 мм, т.е. измерение деформации выполнялось с точностью почти до миллиметра.

Анализ и промер видеокadres с камеры № 2 свидетельствуют о том, что вклад в перемещение опорного шарнира вносит не только прогиб грифа перекладки, но и перемещение вертикальных стоек. Расшифровка движения вертикальной стойки снаряда показывает сложный характер динамического поведения всей конструкции, включая и систему ее крепления к полу.

Упругая деформация всего спортивного снаряда для исследуемого оборота происходит в горизонтальном направлении в интервале $(-82,5) \div (+63,8)$ мм, а в вертикальном: $(-87,5) \div (+2,5)$ мм. Здесь указаны сглаженные значения перемещения спортивного снаряда.

Укажем, что наблюдаемое движение опоры более сложное, чем понимаемое в теории колебаний под термином «обращение».

Рассмотрим полные пространственные перемещения опорного шарнира, вертикальной стойки и их отношение, выраженное в процентах.

Анализ показывает, что перемещение самой стойки может достигать почти 56 % от полного перемещения снаряда.

Выделим ряд зон: I – с наибольшими полными деформациями элементов спортивного снаряда и II – с наибольшими отношениями перемещений стойки и опорного шарнира, т.е. пары «рука – опора».

В зоне I полное перемещение опоры составляет величину порядка 100 мм, при этом вклад стойки может превышать 50 %.

В зоне II полные перемещения стойки и опорного шарнира могут достигать всего лишь нескольких миллиметров. Их же соотношение дает значительную величину.

Констатируем, что если измерять деформацию только грифа перекладки, а не всей конструкции, то на отдельных участках траектории снаряда получим огромную погрешность.

Также отметим, что в вынужденных колебаниях опоры участвуют все элементы конструкции, включая и систему ее крепления к полу. Поэтому теоретические модели вынужденных колебаний снаряда должны отражать все многообразие свойств, которым обладает каждый конкретный спортивный снаряд, а значит, быть достаточно сложными.

Следующий вывод относится к измерению перемещений с помощью видеосъемки. Метод дает малую погрешность и позволяет найти перемещение опоры с точностью до миллиметра. Потенциально и выше, так как точность зависит от качества съемки и ее масштаба. Выбор соответствующей аппаратуры и методов съемки позволяет повысить точность измерений.

сателлита, угол наклона сателлита и расстояния между подшипниковыми опорами. Также была составлена система уравнений равновесия входного вала.

На основании полученных систем уравнений была написана программа на языке VBA.

Общая методика расчета прецессионной передачи фрикционного типа приведена ниже:

1) по заданному передаточному отношению определяют различное сочетание углов прецессии и углов конуса сателлита;

2) устанавливают оптимальные значения углов нутации и прецессии;

3) по заданному вращающему моменту на выходном валу передачи и числу оборотов входного вала определяют передаваемую мощность и осуществляют выбор электродвигателя;

4) по заданному вращающему моменту на выходном валу определяют радиус расположения контактной пары;

5) по формулам, определяющим условия равновесия сателлита, подсчитывают силы в контакте, величину прижимной силы, значение реакций в подшипниковых опорах;

6) по значению прижимной силы осуществляют подбор параметров пружины для осуществления осевого прижатия фрикционных дисков;

7) на основе формулы Герца-Беляева рассчитывают длину линии контакта;

8) на основе формул, определяющих условие равновесия входного вала, рассчитываются реакции в подшипниковых опорах входного вала, а также необходимый момент на приводном валу.

На основе разработанной методики и программного обеспечения возможно определение оптимальных параметров прецессионной передачи фрикционного типа, что позволит осуществлять ее проектирование с последующей оптимизацией ее основных параметров.

Была спроектирована конструкция прецессионного редуктора фрикционного типа. Одним из преимуществ данной конструкции является использование принципа многоконтактности, т.е. передача мощности осуществляется двумя контактными зонами. Следует отметить, что данная схема является симметричной схемой с замыканием усилий нажатия и разгрузкой от них входного и выходного валов, что позволяет уменьшить массогабаритные показатели передачи. Механизм передачи, выполненный по данной схеме, относится к планетарным, что обеспечивает значительные передаточные отношения передачи и позволяет при этом получать компактные конструкции.

УДК 621.833.65
ПЛАВНОРЕГУЛИРУЕМАЯ ЗУБЧАТАЯ ПЕРЕДАЧА КАК ПРОТОТИП
КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

А.М.ДАНЬКОВ, А.С.АЛЕКСАНДРОВ, С.В.СТЕПАНЕНКО
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Необходимость совершенствования конструкций плавнорегулируемых механических передач диктуется, прежде всего тем, что вместо обычных работающих с фрикционным сцеплением механических коробок передач, в технически развитых странах дальнего зарубежья, в трансмиссиях транспортных средств все более широко применяются некоторые разновидности (исключительно фрикционного типа!) этих передач. Анализ литературных источников показывает, что хорошо отработанные известные конструкции плавнорегулируемых коробок передач пока не отвечают требованиям, позволяющим использовать их в трансмиссиях грузовых автомобилей. Можно предположить, что эти трудности позволило бы преодолеть наличие работоспособной плавнорегулируемой зубчатой передачи. Известные конструкции плавнорегулируемой зубчатой передачи на базе составных полисекторных зубчатых колес, в принципе радикально решая задачу плавного регулирования передаточного отношения в процессе работы передачи под нагрузкой, имеют очевидные недостатки. Эти недостатки заключаются, во-первых, в конструктивной сложности; во-вторых, в значительных габаритах, определяемых наличием двух составных зубчатых колес и охватывающего один из валов промежуточного зубчатого колеса; и, в-третьих, ограниченным диапазоном регулирования передаточного отношения. Используемая в этих передачах форма зубчатых колес – составное полисекторное зубчатое колесо – предполагает, что их венцы выполнены из набора зубчатых секторов, положение которых относительно оси зубчатого колеса (вылет) может изменяться. В результате проведенных в научно-исследовательской лаборатории кафедры «Основы проектирования машин» Белорусско-Российского университета исследований сформулированы три принципа, на основе которых может быть построена плавнорегулируемая зубчатая передача с составными полисекторными зубчатыми колесами.

Как классической зубчатой передаче все труднее выдерживать конкуренцию с новыми перспективными конструкциями передач, так и упомянутым конструкциям плавнорегулируемой зубчатой передачи сложно составить конкуренцию (особенно в трансмиссиях транспортных средств) фрикционным вариаторам. Высокие технические характеристики современных редукторов достигаются в результате конструктивного преобразования известных передач, например, циклоидальной передачи, с применением принципа фрагментации. Этот же принцип положен в основу

УДК 531.3; 796.01
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ
ДЕФОРМАЦИИ СПОРТИВНОГО СНАРЯДА

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

В отношении биомеханических характеристик движения спортсмена исторически сложились способы получения их значений путем инструментальных и оптических методов регистрации двигательных действий. Полученные в результате проведения фотоциклосъемки, киносъемки, видеосъемки материалы траекторных положений звеньев тела спортсмена используются в качестве исходных данных для получения цифровой информации о кинематических и биодинамических характеристиках техники исследуемых спортивных упражнений.

Предлагается использовать эти же методы и для исследования деформационного поведения спортивного снаряда в динамике. Во-первых, методы в значительной мере разработаны. Во-вторых, на сегодняшний день производители предлагают достаточно широкий ряд технических средств, которые и доступны, и соответствуют требованиям проведения эксперимента. В-третьих, использование оптических средств регистрации движения позволяет выполнить в полном объеме требования техники безопасности при проведении натурного эксперимента.

Возможна следующая схема измерений:

- оптическая регистрация производится двумя видеокамерами с одинаковой частотой съемки. Первая фиксирует движение спортсмена, вторая – деформацию упругой опоры;
- синхронизация видеокамер осуществляется с помощью светодиодов, работающих в пульсирующем режиме.

Рассмотрим выполнение большого оборота назад на гимнастической перекладине. Для определения параметров деформации опоры предлагается перпендикулярно оси опоры (например, грифа перекладины) закреплять в исследуемых сечениях измерительную площадку с нанесенными на нее метками, а при необходимости и мерными отрезками. Метки позволяют рассчитать перемещение упругой опоры во время выполнения упражнения, а по мерным отрезкам легко определить масштаб съемки в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Использование светодиодов, включенных последовательно, позволяет синхронизировать видеосъемку с обеих камер. В эксперименте применялись цифровые видеокамеры с одинаковой частотой съемки.

Для научнообоснованного подхода к проектированию таких передач необходимы исследования силовых факторов в зацеплениях звеньев, одному из них, геометрическому трению, посвящена настоящая работа.

В червячных передачах качения перекатывание пальцев или подшипников по рабочим поверхностям винта или пружины сопровождается их геометрическим скольжением, которое вызвано неодинаковым изменением скорости по длине контакта указанных тел. Максимальное значение скорости достигается при $\Delta = 0$ (Δ - угол, характеризующий положение сечения пальца (подшипника) по отношению к образующей его цилиндрической поверхности). При других значениях Δ вместо линейного контакта будет наблюдаться точечное соприкосновение указанных поверхностей. При вращении правого винта против часовой стрелки в начале зацепления наблюдается точечный контакт рабочих поверхностей, затем, по мере возрастания Δ достигается линейный контакт, после этого опять происходит точечный контакт. При вращении этого винта по часовой стрелке при всех значениях Δ винтовая поверхность соприкасается с подшипником или пальцем только в точках. Сопряжения левого винта с подшипником аналогичны. При вращении его по часовой стрелке наблюдается только точечный контакт, а против часовой стрелки – точечный, линейный и снова точечный на каждом шаге зацепления.

Точечный контакт рабочих поверхностей под нагрузкой превращается в площадку, имеющую форму эллипса с осями в направлении качения и в направлении, перпендикулярном качению. При контакте рабочих поверхностей по линии, она превращается в прямоугольную площадку с меньшим размером в направлении качения и большим в направлении, перпендикулярном качению. Для оценки контактных напряжений на площадке сопряжения звеньев определены сумма и разность кривизны контактирующих поверхностей в сечениях с взаимно перпендикулярными плоскостями. Установлены зависимости размеров осей эллипса и отрезков, ограничивающих прямоугольную площадку, от нормальных усилий в зацеплениях.

Исследованы изменения величин площадок контакта на шаге зацеплений пальцев (подшипников) с винтами разных направлений витков и вращений в начале, конце и промежуточных положениях зацеплений. Эти величины зависят от угла Δ сечения пальца (подшипника) по отношению к образующей его цилиндрической поверхности.

Определены элементарные моменты трения на элементах площадок контактов. Моментами геометрического трения являются интегральные суммы элементарных моментов геометрического трения для элементов рабочих поверхностей, соприкасающихся в пределах площадок, очерченных эллипсом или прямоугольником.

плавнорегулируемых зубчатых передач с составными зубчатыми колесами, а в результате последовательного поэтапного конструктивного преобразования она может быть представлена в виде двухколесной планетарной эксцентриковой передачи К – Н – V, в которой в форме составного полисекторного выполнено центральное зубчатое колесо.

Удачно сочетая в себе компактность с возможностью регулирования передаточного отношения, такая передача может послужить основой для создания принципиально новых коробок передач для трансмиссий транспортных средств, причем диапазон регулирования таких коробок передач будет определяться параметрами составных центральных зубчатых колес. Вследствие изложенного, представляется актуальным создание простейшего алгоритма определения указанных параметров (синтеза или анализа составного колеса) по некоторым исходным данным, задаваемым желаемыми характеристиками проектируемой плавнорегулируемой передачи.

Достоинствами описанной планетарной плавнорегулируемой передачи являются: конструктивная простота; неподвижность регулируемого составного зубчатого колеса, благоприятная форма центрального зубчатого колеса; способствующая исключению заклинивания сателлита без коррекции параметров исходного контура при малой разности чисел зубьев этого колеса и сателлита. Конструктивными проблемами подобной передачи являются необходимость синхронизации радиальных перемещений сателлита и зубчатых секторов центрального зубчатого колеса, а также съем вращательного движения с сателлита и сообщение его ведомому валу при любом значении передаточного отношения. Проработанные варианты решения этих проблем с помощью механических передач, конечно, не единственные и, скорее всего, не самые лучшие.

Кинематические возможности описанной планетарной передачи при заданном числе зубьев сателлита Z_{sat} будет определяться, главным образом, параметрами (начальным диаметром или числом зубьев) двухпоточного составного центрального зубчатого колеса. Заготовкой для изготовления его секторов должно служить цельное зубчатое колесо с числом зубьев, равным условному числу зубьев составного колеса при максимальном вылете секторов относительно оси передачи. Таким образом, основные параметры планетарной плавнорегулируемой передачи могут быть определены в результате решения задач синтеза и анализа ее составного центрального зубчатого колеса. Задачей синтеза такого колеса является определение его максимального числа зубьев Z_{max} при заданном минимальном числе зубьев Z_{min} , модуле зацепления m и числе i_s секторов в двух силовых потоках.

Задачей анализа составного зубчатого колеса является определение при заданных модуле зацепления m , максимальном числе зубьев Z_{max} , числе зубчатых секторов i_s , значении коэффициента ϵ_s торцового перекрытия секторов составного центрального зубчатого колеса минимально возможного его числа зубьев Z_{min} .

А.В.ДЕМОКРИТОВА, В.Н.ДЕМОКРИТОВ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Ульяновск, Россия

В предыдущих публикациях подробно освещались проблемы выбора критерия оптимальности и формирования системы ограничений. В качестве критерия оптимальности был принят минимальный объем металла, представляющий сумму объемов материалов звеньев. В систему ограничений были включены условия прочности всех элементов и углы давления в шарнирах.

1. Исходными данными являются сила тяжести груза, время цикла, координаты захвата и опускания груза, первоначальные длины звеньев. Определяется необходимая средняя мощность электродвигателя. По каталогу подбираются номинальная мощность и частота. Вычисляются номинальная угловая скорость электродвигателя, средняя угловая скорость балансира, передаточное число редуктора и угловая скорость кривошипа.

2. Аналитически определяются скорости точек механизма в двенадцати положениях.

3. Аналитически определяются ускорения точек и угловые ускорения звеньев.

4. Определяются реакции в шарнирах способом последовательного приближения.

4.1. При нулевом приближении не учитываются силы инерции. Определяются усилия нулевого приближения во всех звеньях и моменты.

4.2. Определяются необходимые площади сечения звеньев. Для балансира и шатуна как отношение силы к допускаемому напряжению. Перебираются номера швеллеров, для каждого номера проверяются условия прочности.

4.3. Определяются массы звеньев нулевого приближения. Оставляются максимальные массы и моменты инерции для первого приближения.

4.4. Определяются силы инерции и моменты сил инерции первого приближения. Определяются реакции в кинематических парах первого приближения.

4.5. Аналогичные действия для второго приближе УДК 621.866.12

М.Ф.ПАШКЕВИЧ, С.Н.РОГАЧЕВСКИЙ, Н.И.РОГАЧЕВСКИЙ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилёв, Беларусь

Для привода рабочих органов машин и оборудования часто используются червячные передачи, характеризующиеся высокой нагрузочной способностью, широким интервалом передаточных чисел в одной ступени, плавностью и бесшумностью работы, возможностью самоторможения. Принцип работы этих передач основан на скольжении рабочих поверхностей зацепляющихся звеньев, что является причиной низкого КПД (повышенных тепловыделений и износа, склонности к заеданию). Желание устранить эти недостатки привело к разработке червячных передач качения: пружинно-пальцевых и винтовых пальцевых передач. В этих передаточных механизмах отсутствует причина, вызывающая значительные потери, так как в зацеплениях скольжение заменено качением.

В червячных передачах качения вместо червяка используется закрепленная на ведущем валу витая цилиндрическая (бочкообразная) пружина или винт с прямоугольной (трапецидальной) резьбой, а вместо червячного колеса применяется один или два диска (с закрепленными в подшипниках пальцами, или с установленными пальцами, на которых закреплены подшипники качения). Такие передачи просты в изготовлении, не требуют высокой точности изготовления деталей и их монтажа в редукторе, так как упругая податливость пружины компенсирует значительные погрешности, не требуют дорогостоящих антифрикционных материалов и масел. Они отличаются конструктивной простотой, низкой материалоемкостью, высокой ремонтпригодностью, возможностью работы в качестве открытых передач.

В подшипниках червячных передач качения, закрепленных на пальцах колеса, наружные кольца нагружены циркулирующими, а внутренние – колебательными радиальными силами и моментами геометрического трения наружных колец по винтовым поверхностям винта (пружины). Нагружение колец подшипников, закрепленных неподвижно в дисках колеса, в которых установлены пальцы с возможностью свободного вращения: колебательное наружных и циркуляционное внутренних колец радиальными силами, изгибающими пальцы моментами, а также осевыми силами в зацеплении конических пальцев или моментами геометрического трения цилиндрических пальцев по поверхностям винта (пружины).

А.В.ОЛЕШКЕВИЧ, В.Н.ДЕМОКРИТОВ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Ульяновск, Россия

Разработана общая стратегия оптимального проектирования кранов мостового типа, в основе которой заложено технико-экономическое обоснование выбора номинальных скоростей перемещения груза при заданной производительности крана. При оптимизации крановых механизмов дается укрупненная оценка разрабатываемых вариантов по суммарным затратам в сферах изготовления и эксплуатации, массе, габаритам. Здесь вопросы динамики рассматривались с позиции формирования переходных процессов, установления рационального соотношения времени разгона и установившегося движения механизмов.

В настоящей работе ставится задача разработки методики более точного определения динамических нагрузок, частот колебаний элементов системы с учетом особенностей конструкции и условий работы мостового крана, определение оптимальных параметров механизмов, исключая резонансные явления и потери устойчивого движения. При оптимизации механизмов условия безопасной работы должны входить в систему ограничений.

Авторами рассмотрен динамический расчет механизма передвижения крана с учетом колебаний подвешенного груза. Расчетная схема представлена в виде приведенной трехмассовой системы. При решении динамической задачи было использовано известное из теорий колебаний уравнение, определяющее угол отклонения каната при неподвижной точке подвеса. Синусоидальный характер движения не подлежит сомнению и при перемещающейся точке подвеса, но амплитуда и частота колебаний должны определяться с учетом начальных условий при решении новой системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

Получены выражения для определения частоты колебаний груза и упругой конструкции моста, динамических нагрузок на металлоконструкцию и канат в горизонтальной плоскости. Это можно будет учесть при общем расчете крана и оптимизации главной балки моста.

Дальнейшее исследование динамики намечено при совместной работе крановых механизмов и металлоконструкции мостового крана.

В.А.ДРЕМУК

Учреждение образования

«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Барановичи, Беларусь

Резьбовые соединения получили широкое распространение в машиностроении. В современных машинах детали, имеющие резьбу, составляют свыше 60 % от общего количества деталей, поэтому усовершенствование методов расчета резьбовых соединений, особенно при неконтролируемой затяжке, позволит сэкономить материал и время расчета.

Различают два способа сборки: применение динамометрического ключа (контролируемая затяжка) и обычного ключа (неконтролируемая затяжка). В первом случае внутренний диаметр резьбы болта определяется по формуле

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4F_{\text{рас}} \cdot 1,3}{\pi [\sigma]_p}}, \quad (1)$$

где $F_{\text{рас}}$ - расчетная осевая сила на болт; 1,3 - коэффициент, учитывающий влияние кручения в результате затяжки; $[\sigma]_p = \frac{\sigma_T}{[S]}$ - допускаемое напряжение на растяжение, определяемое через предел текучести и коэффициент безопасности.

При контролируемой затяжке $[S] = 1,6$ — для болтов из углеродистой стали, $[S] = 2$ — для болтов из легированных сталей.

Во втором случае (неконтролируемая затяжка) расчет производят по следующей формуле

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4F_{\text{рас}} \cdot 1,3}{\pi [\sigma]_{\text{пнек}}}}, \quad (2)$$

где $[\sigma]_{\text{пнек}}$ — допускаемое напряжение для болтов при неконтролируемой затяжке.

В свою очередь

$$[\sigma]_{\text{пнек}} = \frac{\sigma_T}{[S]_{\text{пнек}}},$$

где $[S]_{\text{нек}}$ — коэффициент безопасности при неконтролируемой затяжке (табл.).

Табл. Зависимость коэффициента безопасности от диаметра болта

Материал болтов	Значения $[S]$ для соответствующих болтов		
	M6...M16	M16...M30	M30...M60
Углеродистая сталь	5,0...4,0	4,0...2,5	2,5...1,7
Легированная сталь	6,5...4,0	5,0...3,3	3,3...3,0

В связи с этим практическое применение формулы (2) затруднено, поскольку в одном уравнении два неизвестных (допускаемое напряжение зависит от диаметра болта, который является еще искомым). Поэтому сталкиваемся с проблемной ситуацией. В настоящее время эта задача решается методом подбора (последовательных приближений), что увеличивает трудоемкость расчета.

Чтобы выйти из затруднительного положения при решении данной проблемы, для более удобного расчета целесообразно найти унифицированную формулу. Для этого найдем аналитическую зависимость коэффициента безопасности при неконтролируемой затяжке от диаметра болта. Она имеет вид полинома второй степени для углеродистой стали - формула (3), а для легированной стали - формула (4)

$$[S] = 0,0013d_1^2 - 0,1484d_1 + 5,9219 \quad (3)$$

$$[S] = 0,0021d_1^2 - 0,2008d_1 + 7,6136 \quad (4)$$

Подставляя формулы (3) и (4) в формулу (2), находим диаметр болта для углеродистой и легированной сталей:

– для углеродистой стали

$$d_1 \geq \frac{-0,1484 + \sqrt{0,1484^2 + 23,6876 \cdot K}}{2K} \quad (5)$$

где $K = \frac{\sigma_T \cdot \pi}{5,2 \cdot F_{\text{рас}}} - 0,0013$;

– для легированной стали

$$d_1 \geq \frac{-0,2008 + \sqrt{0,2008^2 + 30,4544 \cdot K}}{2K} \quad (6)$$

где $K = \frac{\sigma_T \cdot \pi}{5,2 \cdot F_{\text{рас}}} - 0,0021$.

Применение формул (5) и (6) позволит выбрать необходимый диаметр болта при неконтролируемой затяжке, что позволит сэкономить материал.

электромагнитных порошковых муфт, т.е. эффект возникновения сопротивления сдвигу в свободном ферромагнитном порошке при наложении на него магнитного поля. Для питания тормоза используется выпрямитель электрического тока ВУ-42/70А 11, потребляемая мощность 4,5 кВт, напряжение 220/380В, выпрямленное напряжение 42В, сила тока 70А. При значительной величине тормозного момента необходимо охлаждение электромагнитного тормоза водой из водопроводной сети при давлении не более 0,05 МПа и наличии свободного слива.

Как известно КПД механической передачи определяется по следующей формуле

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

где M_1 – момент на входном валу, Н·м; M_2 – момент на выходном валу, Н·м; ω_1 – угловая частота вращения на входном валу, мин⁻¹; ω_2 – угловая частота вращения на выходном валу, мин⁻¹.

Параметры, входящие в формулу для определения КПД при проведении стендовых испытаний определялись следующим образом.

Момент на входном валу M_1 определялся на основе измерений числа оборотов вала электродвигателя. Далее благодаря тарифовочной таблице значения числа оборотов вала электродвигателя может быть переведено в значение крутящего момента на входном валу M_1 . Для определения мощности на входном валу редуктора в испытательном центре РУП «Могилевский завод «Электродвигатель» была произведена тарифовка электродвигателя, предназначенного для использования в конструкции опытного образца испытываемого прецессионного мотор-редуктора.

Значение момента на выходном валу M_2 устанавливалось по показаниям индикатора скобы порошкового тормоза. Угловые частоты вращения входного и выходного вала редуктора определялись на основе показаний датчиков.

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

По результатам испытаний, наибольшим крутящим моментом обладает планетарный прецессионный редуктор, разработанный по схеме 2К-Н. Кроме того, из всех испытанных редукторов, данный редуктор обладает наименьшими габаритными и массовыми показателями.

УДК 621.83.06
ПРОВЕДЕНИЕ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ
РЕДУКТОРОВ ДЛЯ ДВИГАТЕЛЬНОГО ПРИВОДА ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ
КОНТАКТНЫХ ТОКОРАЗЪЕДИНИТЕЛЕЙ

А.П.НИКИТИН

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

В Белорусско-Российском университете длительное время ведется работа по созданию приводов для дистанционного управления разъединителями контактной сети на электрифицированных участках железной дороги. Для создания оптимальной конструкции двигателя привода были исследованы его различные компоновочные схемы с применением различных типов редуцирующих механизмов. Отбор редукторов проводился по критерию максимального передаваемого крутящего момента.

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

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

Конструкция стенда размещена на жесткой раме. В качестве нагружающего устройства использован электромагнитный порошковый тормоз ПТ-250М1. Данный тормоз имеет возможность создавать постоянные или изменяемые по заданному закону статические нагрузки. Величина задаваемого тормозного момента находится в достаточно широком диапазоне (0-2500 Н·м), а величина номинальной рассеиваемой мощности составляет 50 кВт.

На корпусе тормоза размещены устройство косвенной оценки тормозного момента, клемная коробка с электроразъемом для вывода электропроводов и устройство для подачи в тормоз охлаждающей жидкости. Тормозной момент косвенно оценивается с точностью $\pm 10\%$ упругим элементом (скобой) и часовым индикатором с ценой деления 0,01 мм. В конструкции тормоза использован принцип действия

УДК 667.051/052
ИССЛЕДОВАНИЕ НАТЯЖЕНИЯ РАСТЯЖИМОЙ ГИБКОЙ НИТИ ПРИ
УСТАНОВИВШЕМСЯ ДВИЖЕНИИ

С.В.ЖЕРНОСЕК, А.В.ЛОКТИОНОВ, Е.А.КОРЧЕВСКАЯ

Учреждение образования

«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Витебск, Беларусь

В текстильной и легкой промышленности значительное развитие получили новые виды нитей и пряж. Последние позволяют расширить ассортимент текстильных изделий, снизить их себестоимость и повысить производительность оборудования. В настоящее время многокомпонентные нити находят все большее применение. Одними из этих нитей являются нити с разрезным ворсом. Технология их получения заключается в следующем. Нити сердечника принудительно подаются в рабочую зону машины через глазки нитенатяжителя специальными тянущими роликами. Одновременно в рабочую зону поступает и нить ворсового компонента, предварительно сформированная в полуфабрикат требуемой формы. Перемещаясь по направляющим, нить подводится к ножам, формирующим разрезной ворс. После процесса резки полуфабрикат поступает в зону кручения, где крутильно-мотальным механизмом формируется нить с разрезным ворсом. Существующее оборудование для получения таких нитей не удовлетворяет современным требованиям, так как имеет сложную кинематику и малую скорость формирования продукта.

В работе предложена технология, позволяющая формировать нити с разрезным ворсом широкого диапазона линейных плотностей. Предлагается использовать ножи круглой формы, вращающиеся с высокой частотой, что позволяет значительно стабилизировать условия формирования волокнистого полуфабриката и исключить влияние режущего элемента на процесс формирования комбинированной многокомпонентной нити с разрезным ворсом. Использование предлагаемых модернизированных колец с бегунками и веретенами кольцевых прядильных машин позволяет значительно увеличить скорость формирования нити.

Для разработки нового технологического процесса получения многокомпонентных нитей с разрезным ворсом необходимо аналитически исследовать основные этапы ее формирования.

Одной из основных задач при исследовании технологического процесса формирования нитей с разрезным ворсом является задача определения характера движения ворсового полуфабриката по сборной

поверхности с одновременным его разрезанием. Исследование натяжного компонента при его навивании и осевом перемещении по криволинейной сборной поверхности позволяет стабилизировать технологический процесс в целом и получить ворсовую пряжу требуемого качества. Описание ее движения позволит определить силы натяжения нити, что обеспечит снижение обрывности нити.

Задача сводится к аналитическому описанию случая установившегося движения гибкой нити по шероховатой поверхности плоской кривой. Используя закон сохранения массы элемента однородной, растяжимой нити, получены уравнения движения элемента нити по направляющей. В результате математических преобразований, в общем случае, в квадратурах получена формула для вычисления натяжения однородной растяжимой гибкой нити при установившемся движении, которая зависит от характера неоднородности и растяжимости нити, а также от формы направляющей.

УДК 621.81
РАСЧЕТ СТЕРЖНЕЙ, УСИЛЕННЫХ ФЕРМЕННЫМ КАРКАСОМ
С УЧЕТОМ ЕГО КРЕПЛЕНИЯ К СТЕНКАМ

В.Я.НЕДОВОДЕЕВ, И.Г.ЛЕБЕДЕВ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Ульяновск, Россия

Одними из качественных показателей стержневых конструкций различных типов, включая подкрановые балки сплошного сечения, балочные металлоконструкции крановых мостов, мостовые переходы и др. являются их деформационные показатели, которые должны вписываться в определенные нормативы. Для улучшения деформационных показателей конструкций балочного типа ранее было предложено укрепление их ферменным или арочным каркасом. Проведенные исследования показали, что такие конструкции, при одинаковой с типовыми металлоемкости, имеют более высокие жесткостные характеристики.

Предлагаемая методика расчета таких комбинированных конструкций основана на условном представлении потенциальной энергии деформации стержня от нагрузки в виде суммы потенциальной энергии деформации от изгиба основного стержня сплошного сечения и потенциальной энергии деформации каркаса в виде фермы. Из условия совместности деформаций основного стержня и каркаса может быть найдена нагрузка, воспринимаемая основным стержнем и нагрузка, воспринимаемая каркасом, которые зависят от: размеров пролетного строения, момента инерции основного стержня, размеров и площадей поперечных сечений элементов каркаса. Причем приложенная расчетная схема согласуется с физическим смыслом задачи, когда система превращается в балку – при отсутствии каркаса или в ферму – при отсутствии сплошной стенки.

Проведенные ранее расчеты, сделанные без учета приварки элементов каркаса к стенкам, показали возможность увеличения жесткости конструкций на $10 \div 15$ %. Однако в действительности элементы каркаса, приваренные к стенке, работают совместно с ней, т.е. часть стенки толщиной δ должна быть включена в сечение каркасного элемента, работающего на растяжение или сжатие. Используя рекомендации по совместной работе листовых элементов и увеличивая расчетные площади элементов каркаса на $15 \delta^2$ с каждой стороны сварного стыка, можно получить уточненные результаты расчета жесткости каркасных конструкций. В частности уточненный расчет одной из них показал увеличение жесткости более чем в 1,5 раза по сравнению с типовой балкой при той же металлоемкости.

Многопарность зацепления прецессионной передачи обеспечивает возможность редуцирования значительных крутящих моментов.

На базе планетарной прецессионной передачи (ППП) типа 2К-Н были разработаны конструкции ручной и электрической тали.

При применении ручной тали на базе ППП массогабаритные параметры которой в 1,5 – 2 раза меньше, чем данные параметры подъемно-тяговых устройств, смонтированных на базе известных механических передач (например, червячных), что в дальнейшем позволит расширить сферу возможного использования данных передач.

Были разработаны и изготовлены ручная и электрическая тали грузоподъемностью 5000Н (500кг). В качестве зацепления выбрано прецессионное, которое позволяет достигать больших передаточных отношений при минимальных массогабаритных показателях.

К настоящему времени изготовлен опытный образец ручной лебедки на базе ППП и опытная партия электрических талей, которая успешно прошла эксплуатационные испытания и ведутся работы по налаживанию серийного производства.

УДК 621.891

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСЧЕТА НА НАДЕЖНОСТЬ ВОССТАНОВЛЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

В.Э.ЗАВИСТОВСКИЙ

Учреждение образования

«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Новополоцк, Беларусь

Отказ материала с покрытием в значительной степени определяется наличием дефектов в металле основы и материале покрытия, а также их взаимодействием с частицами присадочного материала. Механическая обработка таких деталей приводит к изменениям структуры поверхностного слоя, ранее скрытые микродефекты и поры выходят на поверхность, являясь очагами разрушения. Целью настоящей работы является разработка рабочей гипотезы надежности материалов деталей машин, подвергающихся восстановлению путем нанесения покрытий.

Предположим, что материал восстановленной детали, представляет собой систему, состоящую из трех элементов: основной металл - переходная область - покрытие. Каждый из этих элементов может быть оценен через значения физико-механических характеристик. Так как в структуре восстановленного материала эти элементы расположены последовательно друг за другом, то его надежность, представленная в виде вероятности безотказной работы, можно определить как надежность последовательно соединенных элементов.

Вероятность безотказной работы материала детали при заданных эксплуатационных нагрузках может быть принята равной 1, надежность же основного металла восстанавливаемой детали может быть оценена через соответствующие механические характеристики. Надежность переходной области может быть оценена через прочность сцепления материала покрытия с основным материалом. Надежность покрытия можно оценивать через его пористость.

Приведенная модель позволяет оценить надежность материала восстановленной детали и учесть ее при расчетах надежности изделия (машины) в целом.

Взаимодействие пор в приповерхностной области пористой структуры обусловлено объемной диффузией вакансий, концентрация которых повышена из-за наличия большого числа малых пор. При наличии ансамбля пор равновесная концентрация вакансий в матрице материала повышается, что ведет к увеличению коэффициента диффузии и уменьшению энергии активации. В процессе высокотемпературной обработки в приповерхностном слое процесс диффузии вакансий ускоряется. Можно показать, что поры, размеры которых $\approx 0,05$ мкм,

залечиваются полностью за время порядка нескольких минут и, следовательно, из разряда растущих они со временем переходят в разряд залечивающихся. По-видимому, поры с размерами $\approx 1,0$ мкм располагаются по границам зерен и эволюция их размеров связана еще и с диффузией по границам зерен. При кратковременной температурной обработке температура от максимума на поверхности уменьшается вглубь материала. На поверхности поры температура различна и атомы "испаряясь" с "горячей" поверхности, конденсируются на "холодной". В итоге пора перемещается как единое целое. Учитывая, что коэффициент поверхностной диффузии больше чем объемной, вклад в изменение размера поры диффузии по границам зерен может быть существенным. Кроме того, разность температур создает давление, сжимающее пору в направлении градиента температуры.

В результате учета перечисленных факторов можно ожидать, что при кратковременной высокотемпературной обработке в приповерхностной области металла малые поры залечиваются полностью; поры, лежащие близко к поверхности выходят на поверхность, создавая беспористую "корку", что приводит к дополнительному упрочнению материала.

УДК 621.833.06
РУЧНЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТАЛИ НА БАЗЕ ПЛАНЕТАРНЫХ
ПЕРЕДАЧ НОВЫХ ТИПОВ

С.Д.МАКАРЕВИЧ, Д.М. МАКАРЕВИЧ
Научно-практический центр пожарной безопасности МОУ МЧС РБ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Ручные лебедки и электрические тали получили широкое распространение в различных отраслях народного хозяйства, причем потребность в данных устройствах год от года неуклонно растет. Данные устройства эксплуатируются не только в строительстве, сельском хозяйстве, автомобильном сервисе, на транспорте, а также аварийно-спасательными подразделениями (АСП) при различных авариях (автоавариях, разборка завалов и разрушений), при ликвидации последствий аварий в местах, где ограничен доступ аварийно-спасательных автомобилей и другой специальной автотехники. Однако во многих случаях работника АСП не устраивают существующие конструкции талей и в большинстве случаев из-за повышенных массогабаритных показателей, а также из-за низкой эргономической проработки конструкции устройств.

Функциональность лебедок и талей во многом определяется выбором типа механической передачи. Механическая передача должна быть компактной, трансформировать вращение с большими коэффициентами редуцирования, при этом иметь относительно высокий КПД и обладать свойствами самоторможения.

Выше указанным требованиям удовлетворяют планетарные передачи новых типов, разрабатываемые в Белорусско-Российском университете.

Одна из таких передач – планетарная шариковая передача (ПШП). На ее основе была разработана ручная лебедка, конструкция которой удовлетворяет выше указанным требованиям. Лабораторные испытания подтвердили ее высокую работоспособность.

Планетарная прецессионная передача – это принципиально новая механическая передача, основанная на прецессионном взаимодействии неподвижного и подвижного звеньев данной передачи. Прецессионная передача относится к классу эксцентриковых передач, которые, как известно, имеют минимальные массогабаритные показатели из всех широко применяемых передач. Она имеет относительно высокий КПД. Это достигается благодаря оригинальному расположению взаимодействующих элементов по отношению к ведущему и ведомому валам передачи и зубчатых венцов.

в подвижной системе координат, связанных с центром схвата исполнительных механизмов.

Существующие методики и расчетные зависимости применимы только для одной конструкции исполнительного механизма, их нельзя использовать для совокупности органов. Исходные данные при расчетах различны и представлены в виде соотношений, не выделены основные конструктивные и кинематические параметры. Отсутствуют и расчетные формулы для общего случая движения исполнительных механизмов. При постановке задач следует использовать теорию кинематики точки и твердого тела. Пространственные расчетные схемы должны быть компактны, достаточно просты даже при сложном движении режущего инструмента.

Целесообразно, с использованием компьютерных технологий классифицировать кинематические схемы роботов, разработать теоретические основы расчета кинематических и динамических параметров различных по конструктивному исполнению пространственных исполнительных механизмов и методику расчета их кинематических параметров матричным методом.

Разработана методика расчета кинематики исполнительных механизмов, в которой представлены расчётные формулы для определения скорости и ускорения центра схвата трехзвенного исполнительного механизма с тремя степенями подвижности в цилиндрических и сферических координатах матричным методом. Для численного расчёта можно использовать стандартные программы вычисления произведения матриц на ЭВМ.

УДК 621.01

НОВЫЕ ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПО ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКЕ

В.Э.ЗАВИСТОВСКИЙ, О.Н.ЖАРКОВА

Учреждение образования

«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Новополоцк, Беларусь

Важнейшим моментом повышения качества практической подготовки, является привитие студентам навыков самостоятельного принятия обоснованных технических или технологических решений. Этому, способствует современная организация в вузах курсового проектирования. В процессе курсового проектирования студенты должны освоить единство конструктивных, технологических и экономических решений, компромиссный характер конструкции любого изделия, а также уяснить необходимость многовариантности конструктивных решений, как отдельных узлов, так и объекта проектирования в целом. При проектировании объектов студенты должны широко использовать знания, полученные при изучении теоретического курса и выполнении лабораторных и практических работ. И конструирование, и проектирование предполагают пользование справочной литературой, стандартами, таблицами, номограммами, требуют составления расчетно-пояснительной записки и оформления чертежей, способствуют приобретению начальных знаний в области инженерных расчетов, систематизации этих знаний, получению первых навыков инженерно-технической деятельности.

Одной из эффективных форм совершенствования практической подготовки студентов технологических специальностей Полоцкого государственного университета является ведение ими “сквозных” атласов конструкторских и технологических решений в рамках теоретического обучения, курсового и дипломного проектирования по конкретной специальности. Примерами такого эффективного приема могут служить курсы “Прикладная механика” и “Машины и аппараты химических производств”, в которых практическая подготовка определяется качеством выполненного курсового проекта. В рамках курса “Прикладная механика” студенты, изучая раздел “Детали машин и аппаратов”, ведут атлас конструкций наиболее часто используемых в практике конструирования химической техники технических решений, а именно: конструкции

резьбовых и фланцевых соединений, сварных и литых конструкций; валопроводов, включающих конструкции валов, подшипников и муфт, выполненных в едином конструкторском решении; конструкций ременных и зубчатых передач и др. В курсе “Машины и аппараты химических производств” атлас дополняется специальными устройствами и узлами. В дипломном проектировании атлас выполняет незаменимую помощь в подготовке новых конструкторских и технологических решений.

Источниками информации служат современные учебники и учебные пособия, рекламная продукция, оперативно-техническая информация, сведения из сети Интернет и др. Преподаватель, руководитель курсового или дипломного проектирования периодически просматривает атлас, указывает замечания и дает рекомендации по усилению того или иного раздела, рекомендует литературные источники и т.д.

Приобретенный студентами опыт работы с техническими новинками позволяет им с успехом конкурировать на рынке труда, о чем свидетельствуют результаты трудоустройства молодых специалистов.

УДК 517:532.112
ОЦЕНКА МЕТОДОВ РАСЧЕТА КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ

О.С.ЛЫСОВА, А.В.ЛОКТИОНОВ
Учреждение образования
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Витебск, Беларусь

Существуют различные методы расчетов геометрических и кинематических параметров исполнительных механизмов роботоманипуляторов. Поэтому необходимо разработать методики расчета их кинематических параметров. Установлено, что наиболее простые методы расчета следует использовать для роботов, работающих в плоских системах координат. Векторный метод расчета кинематических параметров исполнительных механизмов следует использовать для роботов, звенья которых расположены в одной плоскости. Установлено также, что применительно к двухзвенному исполнительному механизму с тремя степенями подвижности, векторный метод достаточно сложен и неприменим для пространственных схем размещения звеньев роботоманипуляторов. При таком методе расчета определяются проекции звеньев на неподвижные оси координат и векторов скорости, и ускорения на эти оси. При матричном методе расчета движение твердого тела рассматривается как движение подвижного трехмерного пространства в неподвижном. Геометрические и кинематические параметры робота можно представить в виде параллельного переноса и поворота. Матрица поворота в случае, например, сферического движения твердого тела равна произведению трех матриц. В случае поступательного движения твердого тела матрица поворота является единичной. Скорости точек находятся в результате дифференцирования текущих координат центра схвата. При этом векторы угловой скорости и мгновенной угловой скорости вводятся как действие кососимметричной матрицы. Преимущества матричного способа заключаются в следующем: все виды движений изучаются с единой точки зрения; вектор угловой скорости вводится не формальным способом, а как соответствие пространства кососимметричных матриц подвижному пространству; легко выполняется переход от движения твердого тела к движению системы с конечным числом степеней свободы. С помощью транспонированных матриц перехода определяются матричным методом скорость и ускорение центра схвата роботоманипулятора в подвижной системе координат. Установлено, что целесообразно разработать методику расчета кинематических параметров

- способ программирования перемещений – обучение;
- номинальная грузоподъемность – 10 кг.

Исполнительным механизмом робота является манипулятор. Основные узлы манипулятора: механизм поворота, механическая рука, электромеханические привода, механизм уравнивания руки.

Разработаны расчетные схемы и исследованы кинематические параметры промышленных роботов «КОНТУР-002» и «ТУР-10».

Кинематические характеристики механизма необходимы для решения задач, связанных с прочностным расчетом и конструированием его звеньев, оценки динамических свойств механизма. Для проведения силового расчета механизма необходимо с учетом скорости и ускорения определить силы инерции и сопротивления движению звеньев. Для вписывания механизма в конструкцию машинного агрегата необходимо знать траекторию движения его звеньев и их положения, определяющие габаритные размеры механизма и его технологические возможности.

УДК 621.833.68

МЕХАНИЗМ ПЕРЕДАЧИ ВРАЩЕНИЯ НА ВЫХОДНОЙ ВАЛ ДВУХ-КОЛЕСНОЙ ПЛАНЕТАРНОЙ ПЛАВНОРЕГУЛИРУЕМОЙ ПЕРЕДАЧИ

А.З.ИОФФЕ, А.М.ДАНЬКОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Одной из важнейших задач при создании планетарных эксцентриковых передач является передача крутящего момента на выходное звено. В литературных источниках указывается, что для этих целей используется механизм параллельных кривошипов, представляющий собой ряд пальцев установленных на фланце, смонтированном в подшипниковых опорах корпуса, и взаимодействующих с цилиндрическими поверхностями отверстий в сателлитах. Такой механизм используется, например, в планетарных циклоидальных редукторах ЗАО «Белробот» (Беларусь).

В редукторах KIMEX (Twin Spin) (Словакия) в качестве альтернативы механизму параллельных кривошипов используется двойная муфта Ольдгейма с поступательными кинематическими парами. Классическая конструкция этой муфты, изучаемая в университетском курсе «Детали машин» имеет значительные неуравновешенные массы, что является недостатком при высоких скоростях; имеет сложную технологию изготовления деталей, что повышает стоимость редуктора; ограничивает количество сателлитов в конструкции до двух, сужает технические возможности разработки редукторов для выполнения специальных задач.

В планетарных циклоидальных редукторах Fine CYCLO (Япония, США) в качестве механизма параллельных кривошипов используются два или три эксцентриковых вала, взаимодействующих с сателлитами и кинематически связанных с центральным входным валом посредством зубчатой эвольвентной передачи. Недостатком такого механизма является сложность конструкции, обусловленная наличием трех эксцентриковых валов и зубчатой передачи, что значительно повышает требования к точности изготовления деталей, повышает стоимость редуктора.

Все указанные механизмы эффективны при небольших эксцентриситетах сателлитов. Для муфты Ольдгейма рекомендуемый эксцентриситет составляет до 0,05 диаметра вала. В плавнорегулируемой планетарной передаче эксцентриситет не постоянный и изменяется в пределах от минимального значения (5... 10 мм) до максимального (60...70 и более мм). Поэтому в таких передачах может быть использован планетарный механизм с гибким тяговым органом, в качестве которого может служить цепь. Цепь охватывает неподвижную и подвижную звездочки, причем последняя закреплена на несущем подвижном звене. Подвижная звездочка играет роль сателлита, а несущее подвижное звено – роль водила. При вращении водила с угловой скоростью ω_H сателлит из-за наличия гибкой связи приобретает абсолютную угловую скорость ω_2 в направлении противоположном вращению водила. Если числа зубьев

обоих звездочек одинаковы, то угловая скорость сателлита ω_2 равна 0 и подвижная звездочка при движении водила сохраняет ориентацию неизменной, то есть не совершает вращения вокруг собственной оси.

На этом принципе может быть основан новый механизм передачи вращения сателлита выходному валу передачи, полностью обеспечивающий функционирование плавнорегулируемой передачи. Он представляет собой зубчатую планетарную передачу, включающую жестко связанное с сателлитом зубчатое колесо, а также зубчатое колесо, установленное на выходном валу плавнорегулируемой передачи и смещенное в осевом направлении относительно закрепленного на сателлите зубчатого колеса. Оба эти колеса находятся в зацеплении с зубчатым колесом внутреннего зацепления, в свою очередь установленного с возможностью вращения в обойме, смонтированной в корпусе передачи на подшипниках качения, обеспечивающих ее вращение относительно оси выходного вала передачи. Вращение сателлита сообщается закрепленному на нем зубчатому колесу и с него передается зубчатому колесу, установленному в обойме, вращающейся в корпусе с частотой вращения ведущего вала. Использование такого механизма передачи вращения выходному валу зубчатой планетарной передачи имеет еще и то преимущество, что позволяет устранить консольное расположение сателлита. Это достигается благодаря зацеплению закрепленного на сателлите зубчатого колеса с дополнительными зубчатыми колесами, образующими таким образом с колесом внутреннего зацепления передачу с разделяющимся силовым потоком. Вращение зубчатого колеса с внутренними зубьями передается зубчатому колесу, жестко закрепленному на выходном валу. Следовательно, при одинаковых числах зубьев зубчатых колес – закрепленного на сателлите и установленного на выходном валу – параметры вращательного движения сателлита вокруг собственной оси и выходного вала совпадают.

Из вышесказанного следует, что ведомому валу будет сообщаться только вращение сателлита, приобретенное им в результате его обкатывания по составному центральному колесу. Конструкция предлагаемого механизма не препятствует изменению эксцентриситета сателлита. Изменяя соотношение чисел зубьев дополнительного венца сателлита и венца выходного вала можно изменять преобразующую способность планетарной плавнорегулируемой передачи.

Простейшие силовые расчеты позволяют убедиться в том, что в тяжело нагруженных планетарных плавнорегулируемых передачах с вышеописанной целью могут применяться и цепные планетарные передачи. Поскольку при регулировании передаточного отношения передачи эксцентриситет может принимать минимальные значения, используемая в таких случаях цепь должна быть двухрядной, а при больших нагрузках – четырехрядной. Причем для обеспечения натяжения цепи при малых значениях эксцентриситета сателлита цепной механизм передачи вращения выходному валу должен быть снабжен оттяжной звездочкой.

УДК 622.002.5:531
ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ В
ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

О.С.ЛЫСОВА, А.В.ЛОКТИОНОВ
Учреждение образования
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Витебск, Беларусь

Промышленные роботы находят все более широкое применение, заменяя человека или помогая ему на участках с опасными, вредными для здоровья, тяжелыми условиями труда. Они создают предпосылки для перехода к качественно новому уровню автоматизации – созданию гибких производственных систем. Промышленные роботы дают возможность автоматизировать не только основные, но и вспомогательные операции. В легкой промышленности применяются промышленные роботы «КОНТУР-002» и «ТУР-10».

Промышленный робот КОНТУР-002 предназначен для автоматизации основных технологических процессов и вспомогательных операций при обработке наружных и внутренних поверхностей объемных изделий сложной конфигурации. Манипулятор в составе промышленного робота КОНТУР-002 предназначен для перемещения рабочего инструмента по заданной в процессе обучения траектории.

Основные технические характеристики манипулятора:

- грузоподъемность – не менее 10 кг;
- угловая скорость каждого звена – не менее 0,5 рад/с;
- время непрерывной работы – не менее 16 ч;
- угол поворота манипулятора относительно вертикальной оси (град.) – 210;
- угол поворота плеча относительно горизонтальной оси (град.) – 60;
- угол поворота предплечья относительно горизонтальной оси (град.) – 60.

Манипулятор представляет собой многозвенный разомкнутый пространственный шарнирный механизм. Он состоит из следующих частей: основание, плечо, предплечье, кисть. Манипулятор с шарнирной кистью имеет пять степеней подвижности, манипулятор с поворотной кистью имеет шесть степеней подвижности.

Основное назначение промышленного робота ТУР-10 автоматизация основных технологических и вспомогательных операций при обслуживании технологического оборудования.

Основные технические характеристики:

- число степеней подвижности – 5;

УДК 621.83.06
МЕХАНИЗМ ДЛЯ ДЕМОНТАЖА И СБОРКИ РЕЗЬБОВЫХ
СОЕДИНЕНИЙ

М.Е.ЛУСТЕНКОВ, А.П.ПРУДНИКОВ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Применяемые в процессе производства и эксплуатации техники ручной инструмент, приспособления и устройства должны иметь высокие эксплуатационные характеристики, быть компактными и удобными. В настоящее время на вагоноремонтных заводах и депо Республики Беларусь операции отвинчивания и завинчивания резьбовых соединений, крепящих головки цилиндров дизельных двигателей тепловозов ЧМЭ-3 зачастую производятся с помощью обычного стержневого ключа. При этом, согласно технической документации на двигатель, к соединению необходимо приложить крутящий момент 2500 Нм. Примерное количество операций отвинчивания в год в указанном Локомотивном депо – около 7200. При указанных операциях, даже с привлечением двух, а то и четырех человек, допустимые нормы (усилие на рукоятку до 160 Н) нарушаются.

По информации специалистов Локомотивного депо «Могилев» РУП «Могилевское отделение Белорусской железной дороги», ими для проведения ремонта тепловозов в 2008 году приобретен комплект двух пневматических гайковертов DPM-47TLX фирмы PLARAT (Германия), цена которого составила около 41 млн. рублей.

Авторами предлагается ключ со встроенной планетарной шариковой передачей, с передаточным числом равным 5. Стоимость изготовления данного ключа составляет около 400 тыс. рублей, что на два порядка (в пятьдесят раз) меньше стоимости заявленной немецкой фирмой. Таким образом, речь идет об импортозамещении. Не конкурируя с традиционными зубчатыми передачами по всему спектру общемашиностроительных редукторов, применение исследуемого типа передач в данном случае целесообразнее, так как диаметральные габариты ключа не должны превышать 90 мм, а планетарные передачи с телами качения, в отличие от традиционных планетарных зубчатых передач, малогабаритны в радиальном направлении.

Повышение надежности передачи являлось не единственной технической задачей при создании ключа. Разработан также механизм закоривания оригинальной конструкции, предохранительное устройство (муфта предельного момента), рассчитанное на определенный момент затяжки, возможность блокировки редуцирующего узла, для увеличения скорости выполнения операций.

УДК 667.051/.052
АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
ГАРНИТУРЫ С ВОЛОКНИСТОЙ МАССОЙ

Е.А.КОРЧЕВСКАЯ, А.В.ЛОКТИОНОВ, Т.А.МАЧИХО
Учреждение образования
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Витебск, Беларусь

В процессе кардочесания необходимо получить из смеси, состоящей из клочков волокон, однородный продукт. Чесание выполняется на аппаратах, состоящих из одной или нескольких соединенных между собой валичных чесальных машин, питателя-самовеса, предварительного прочесывателя и устройства для формирования холста.

Технологический процесс кардочесания смесей, содержащих волокнистые отходы, имеет определенные особенности. Волокна в отходах (очесы, выпады, лоскут, сдир, крутые концы пряжи и др.) отличаются между собой физико-механическими свойствами. Необходимо оптимизировать режимы работы оборудования и воздействие рабочих органов на обрабатываемый волокнистый материал.

Следует на имеющемся оборудовании обеспечить качественный процесс формирования нетканых полотен при значительном вложении волокнистых отходов. Для этого необходимы теоретические исследования основных технологических переходов. В предлагаемой работе аналитически исследован этап съема волокон с игольчатой наклонной решетки узла питания кардочесального аппарата Ч-22-Ш, так как при несогласованной работе данного узла происходит "рассортировка" волокон, и, как следствие, появление "недовешенных" бросков.

Проникновение иглы гарнитуры в волокнистый продукт происходит по осесимметричной схеме. Это допущение правомерно, так как если не будет проникновения иглы в конец пряжи, то не будет и разрыхления.

В волокнистое тело, считая его вязкой средой, с постоянной скоростью погружается осесимметричное заостренное тело, выжимая среду из этого пространства. Пренебрегая действием сил тяжести и считая просвет между иглой гарнитуры и волокнами малым, применяем к слою, вытесненному в процессе проникновения в волокна, приближенные уравнения установившегося вязкого течения, ограниченного поверхностями вращения. Уравнения зависят от радиуса волокна, скорости продукта, усилия воздействия гарнитуры на продукт, вязкости среды.

В результате интегрирования исходной системы с учетом граничных условий, получим аналитические формулы, которые представляют распределение скоростей в слое волокон, зависящие как от длины входа

гарнитуры в волокнистый продукт, так и от длины выхода гарнитуры из волокнистой массы. Кроме того, находим силы давления на нижнюю часть пряжи, на боковую поверхность и осевую составляющую силы трения. В явном виде получены формулы для высоты отделяемого слоя волокон при взаимодействии игл гарнитуры со слоем волокон.

Полученные формулы позволяют определить оптимальную загрузку, которая зависит от вида лоскута и толщины слоя на питающем столике.

Предложенные в явном виде формулы позволили в зависимости от действующих на волокна сил установить оптимальные скорости движения волокнистого продукта при взаимодействии его с игольчатой гарнитурой.

Аналитическое исследование процесса взаимодействия гарнитуры с волокнистой массой позволило оптимизировать процесс питания аппарата и обеспечить получение прочеса требуемого качества.

УДК 621.83.06

СФЕРИЧЕСКАЯ ПЛАНЕТАРНАЯ ШАРИКОВАЯ ПЕРЕДАЧА

М.Е.ЛУСТЕНКОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Планетарные передачи с телами качения цилиндрического типа, разрабатываемые на кафедре «Основы проектирования машин», нашли применение при создании средств малой механизации, баллонных ключей, гайковертов, усилителей моментов и т.д.

Разработана сферическая планетарная шариковая передача (рис. 1), содержащая ведущий вал 1 со сферическим внутренним кулачком с замкнутой беговой дорожкой, коаксиально внутреннему кулачку располагается наружный торцовый кулачок с профильной поверхностью 3 и выходной вал 2 с пазами на внутренней сферической поверхности. Данные пазы располагаются в плоскостях, проходящих через ось передачи. Внутренняя сферическая поверхность вала 2 располагается также коаксиально кулачкам 1 и 3. Тела качения 4 перемещаются по беговой дорожке внутреннего кулачка на входном валу, по рабочим поверхностям наружного кулачка и вдоль пазов выходного вала, вынуждая его вращаться с редукцией.

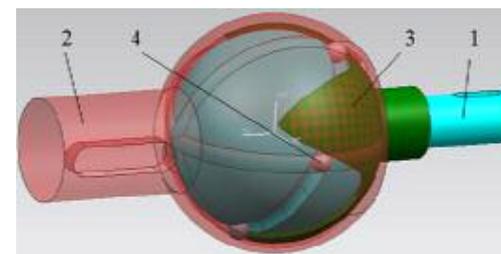


Рис. 1. Конструкция сферической планетарной шариковой передачи

Наружный кулачок жестко связан с корпусом (на рис. 1 он не показан), а входной и выходной валы размещены в корпусе на подшипниковых опорах с консольным расположением сферических поверхностей.

Преимуществом данной передачи является повышенная нагрузочная способность, так как увеличивается длина рабочих участков беговых дорожек. Положительным эффектом также является снижение осевой неуравновешенности, наблюдавшейся в передачах цилиндрического типа.

УДК 677.026.442
ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОЛОКНА НА
КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССА
РАЗВОЛОКНЕНИЯ

А.В.ЛОКТИОНОВ, Т.А.МАЧИХО, С.В.ЖЕРНОСЕК
Учреждение образования
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Витебск, Беларусь

Технология получения нетканых текстильных материалов с использованием льняных отходов и регенерированных волокон различной природы позволяет вернуть ценное сырье в переработку, а следовательно сэкономить первичное сырье. При ее разработке необходимо обосновать возможность применения для производства нетканых полотен вторичных восстановленных волокон с достаточно низкими качественными показателями. Необходимо, используя местную сырьевую, кадровую и техническую базу, разработать технологию получения нетканых полотен с вложением отходов льняных волокон и оценить возможность использования, с учетом рекомендованных режимов работы, существующего оборудования для их переработки.

При исследовании влияния физико-механических свойств волокна на кинематические характеристики процесса разволокнения решены следующие задачи: предложена технология процесса формирования нетканых полотен из волокнистых отходов различной природы; разработаны технологические режимы получения нетканых текстильных полотен с использованием льняных отходов; предложены аналитические зависимости для определения оптимальной разводки в зоне первичного разволокнения; аналитически доказана возможность использования оборудования для переработки шерстяных отходов при работе с льняными отходами; модернизировано существующее оборудование в производственном процессе получения нетканых материалов. Теоретически и экспериментально определено влияние физико-механических свойств волокон различной природы на кинематические характеристики процесса разволокнения. По результатам исследований разработаны рекомендации по улучшению технологического процесса получения регенерированных волокон из вторичных ресурсов, который внедрен на фабрике нетканых материалов ОАО «Витебские ковры», предложена методика проектирования смесей для производства нетканых полотен, учитывающая влияние коэффициента трения различных волокон на кинематические характеристики движения волокна по стальному зубу гарнитур.

УДК 621.833.68
КОНЦЕПЦИИ КОНСТРУКЦИИ МЕХАНИЗМА РЕГУЛИРОВАНИЯ
ПЕРЕДАТОЧНОГО ОТНОШЕНИЯ ПЛАНЕТАРНОЙ
ПЛАВНОРЕГУЛИРУЕМОЙ ПЕРЕДАЧИ

В.А.КРАСОВСКИЙ, М.М.ТУРАНДИН, *А.З.ИОФФЕ
ОАО «МОГИЛЕВХИМВОЛОКНО»
*Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Надежность функционирования плавнорегулируемой зубчатой передачи, в том числе и планетарной, во многом определяется надежностью механизма регулирования ее передаточного отношения, основное назначение которого – изменение условного начального диаметра центрального колеса, выполненного в форме составного полисекторного зубчатого колеса. При этом он должен обеспечивать синхронное и равное перемещение всех образующих составное зубчатое колесо секторов в радиальном направлении и равное этому перемещению изменение эксцентриситета сателлита. С этой целью сателлит устанавливается на основании, способном перемещаться в радиальном направлении по выполненным на ведущем валу передачи направляющим. В практике исследования плавнорегулируемых зубчатых передач в научно-исследовательской лаборатории кафедры «Основы проектирования машин» Белорусско-Российского университета предпочтение отдается механизмам, использующим механический принцип преобразования управляющего воздействия в радиальные перемещения секторов и сателлита, как наиболее легко реализуемым на практике. Рассмотрим основные модификации основанных на этом принципе механизмов и особенности их функционирования.

Главной особенностью всех механизмов данного класса является то, что перемещения всех элементов передачи должны обеспечиваться одним управляющим органом, причем воздействие этого органа (рычага или вала) сообщается как не совершающим вращательного движения секторам составного центрального колеса, так и вращающемуся со скоростью ведущего вала основанию, на котором закреплен сателлит.

Рассмотрим процесс регулирования передаточного отношения планетарной плавнорегулируемой передачи с помощью зубчато-реечного механизма. В этом случае вращение ведущего вала сообщается также закрепленному на нем зубчатому колесу, находящемуся в зацеплении с сателлитом первой дополнительной планетарной передачи. Последний смонтирован на свободно вращающемся на ведущем валу водиле и находится в зацеплении с неподвижно закрепленным на корпусе передачи зубчатым колесом с внутренними зубьями, образуя таким образом замыкающую планетарную передачу, водило которой приобретает вращательное движение по определенному закону. Установленный на валу сателлита первой дополнительной планетарной передачи с возможностью

независимого вращения сателлит второй дополнительной передачи находится в зацеплении с зубчатым колесом с внешними зубьями, свободно вращающимся на ведущем валу, и внутренними зубьями зубчатого колеса, связанного посредством внешних зубьев с закрепленной на управляющем органе (валу) шестерней. Вследствие этого создается управляющая планетарная передача, сообщающая воздействие управляющего органа зубчатому колесу, образующему совместно с закрепленной на основании сателлита рейкой зубчато-реечную передачу, управляющую величиной эксцентриситета сателлита. В качестве управляющего органа в этом случае может выступать вал зубчатого колеса, являющегося ведущим в кинематически связанных между собой зубчато-реечных механизмах, обеспечивающих изменение вылета зубчатых секторов центрального зубчатого колеса одного силового потока, которые для уменьшения радиальных размеров передачи выполняются телескопическими. Инициировать перемещение зубчатых секторов второго силового потока можно, обеспечив их жесткую кинематическую связь с секторами первого (приводного) силового потока. Числа зубьев зубчатых колес, участвующих в обеспечении требуемых движений, таковы, что перемещения всех деталей и по величине, и по направлению идентичны.

Конструктивно более простым представляется механизм регулирования передаточного отношения кулачкового (кривошипного) типа. Он, так же как и вышеописанный механизм, предполагает наличие двух дополнительных (замыкающей и управляющей) планетарных передач для сообщения радиальных перемещений сателлиту. Но при приемлемых радиальных габаритах передачи радиальные перемещения секторов обоих силовых потоков обеспечиваются поворотом на 180° кривошипов, взаимодействующих с перпендикулярными осям симметрии секторов пазами, выполненными в их телах. Вращение этим кривошипам сообщается зубчатыми передачами от управляющего вала. Этот же вал через соответствующие зубчатые передачи сообщает управляющие воздействия сателлиту управляющей планетарной передачи, который в итоге через вращающееся на ведущем валу зубчатое колесо сообщает вращение жестко связанному с ним кулачку с геометрическим замыканием (пазом). Угол поворота этого кулачка по конструктивным соображениям будет меньше 180° , но точное определение формы паза и в этом случае не представляет сложной технической задачи.

Таким образом, концепция конструкции механизма регулирования передаточного отношения планетарной плавнорегулируемой передачи заключается в том, что он должен иметь замыкающую и управляющую дополнительные планетарные передачи для обеспечения изменений эксцентриситета сателлита «на ходу», причем обе его части как упомянутая первая, так и обеспечивающая изменение вылета зубчатых секторов центрального зубчатого колеса вторая, должны быть однородны по принципу действия, то есть кулачкового или зубчато-реечного типа.

В качестве стержневого компонента можно использовать как химические нити, так и пряжу из натуральных и химических волокон.

Для придания нити дополнительного объема после второго полого веретена установлены ворсовальные абразивные диски. Они вращаются в разные стороны. Полученная трехкомпонентная нить поступает в зазор между дисками и разворсовывается. В результате получаются трехкомпонентные объемные нити.

Аналитическое описание основных этапов технологического процесса позволило получить оптимальные конструктивные и технологические параметры устройства для формирования трехкомпонентных нитей различной линейной плотности.

Предложенная технология позволяет значительно снизить энергоемкость производства нити, так как, в отличие от базовых технологий, использующих различные аэродинамические устройства, предлагаемая не использует воздух и, следовательно, не нуждается в дополнительных компрессорах. В технологическом процессе получения трехкомпонентных фасонных нитей объединение различных по характеру волокон придает нити особые, специфические свойства, что позволяет значительно расширить область ее применения.

А.В.ЛОКТИОНОВ, В.Г.БУТКЕВИЧ, Е.С.ТРОФИМОВА
Учреждение образования
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Витебск, Беларусь

Широкое распространение в текстильной промышленности получили различные виды трехкомпонентных нитей. Одними из этих нитей являются фасонные нити (узелковые, петлистые и др.). Среди материалов, из которых производятся трехкомпонентные фасонные нити - шерсть, хлопок, акрил, вискоза, шелк, лен, лайкра и др. В составе нити эти компоненты могут сочетаться в различных пропорциях. Изделия, выработанные из трехкомпонентных фасонных нитей, обладают повышенной гигроскопичностью, теплоемкостью и мягкостью.

Одним из видов трехкомпонентных фасонных нитей является нить букле. Она изготавливается на основе сердечника одной или нескольких текстильных нитей, вокруг которых другая нить обвивается спиралью. Как правило, эти верхние нити полностью закрывают сердечник, но в некоторых случаях витки спирали находятся на расстоянии. Из букле получаются объемные, теплые изделия, причем состав входящих полуфабрикатов может быть различным.

Разработанные технология и оборудование для ее реализации позволяют получить на базе машины ПК-100 трехкомпонентные фасонные нити с самым разнообразным сочетанием входящих компонентов.

Модернизация машины ПК-100 заключается в том, что на нее устанавливается второе полое веретено и обеспечивается вращение его в обратную сторону, причем частота вращения снижена на 30 %. Это дает возможность получить сразу равновесную нить. В результате этого последующая операция запаривания из предлагаемой технологии исключается.

В устройстве для получения трехкомпонентных фасонных нитей в качестве механизма формирования петель используется второе полое веретено. Его применение позволяет осуществить быструю перенастройку машины на выпуск нитей другого вида, достичь правильной формы петли и равномерного распределение петель по длине трехкомпонентной фасонной нити. Согласно предлагаемому способу получения нитей различной структуры (петлистые, узелковые, спиральные и др.) можно вырабатывать трехкомпонентные нити линейной плотности до 1300 текс.

К.С.КУРОЧКА, В.В.ВОРОБЬЁВ
Учреждение образования
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. П.О. Сухого»
Гомель, Беларусь

При проектировании различных современных конструкций зачастую приходится сталкиваться с задачей определения прогибов тонкой плиты под действием динамической нагрузки. Эффективное решение данной проблемы возможно средствами компьютерного моделирования на основе метода конечных элементов [1, 2, 3].

В качестве дискретной математической модели [3] тонкой плиты выбрано матричное дифференциальное уравнение:

$$M \cdot U'' + C \cdot U' + K \cdot U = F \quad (1)$$

где M – матрица масс, C – матрица демпфирования, K – матрица жесткости, F – вектор узловых сил, U – вектор узловых перемещений.

Воспользуемся гипотезами Кирхгофа [4], тогда для выражения поверхности прогиба можно принять полином, удовлетворяющий однородному дифференциальному уравнению изгибаемой плиты [1, 3].

Для определения перемещений $U(t + \Delta t)$ используется либо условие динамического равновесия в предыдущий момент времени (2), либо условие равновесия на опережающем интервале времени (3).

$$M \cdot U''_t + C \cdot U'_t + K \cdot U_t = F(t) \quad (2)$$

$$M \cdot U''_{t+\Delta t} + C \cdot U'_{t+\Delta t} + K \cdot U_{t+\Delta t} = F(t + \Delta t) \quad (3)$$

Для решения уравнений (2) и (3) можно воспользоваться различными методами: Ньюмарка, Вилсона и Рунге-Кутта 4-го порядка [1, 2]. В настоящей работе для исследования математической использовался метод Ньюмарка.

Предлагается следующий алгоритм метода Ньюмарка.

1. Определяются начальные значения для организации итерационного процесса:

1) формируются матрицы жесткости K , масс M и демпфирования C ;

2) задаются начальные значения U'' , U' и U ;

3) выбирается временной шаг Δt и параметры $\delta \leq 0,5$ и $\alpha = 0,25 \cdot (0,5 + \delta)^2$ и вычисляются постоянные интегрирования:

$$a_0 = \frac{1}{\alpha \cdot \Delta t^2}; a_1 = \frac{\delta}{\alpha \cdot \Delta t}; a_2 = \frac{1}{\alpha \cdot \Delta t}; a_3 = \frac{1}{2\alpha} - 1;$$

$$a_4 = \frac{\delta}{\alpha} - 1; a_5 = \frac{\Delta t}{2} \left(\frac{\delta}{\alpha} - 2 \right); a_6 = \Delta t(1 - \delta); a_7 = \delta \cdot \Delta t;$$

4) формируется «эффективная» матрица жесткости $K^{\varnothing} = K + a_6 M + a_7 C$;

5) матрица K^{\varnothing} приводится к треугольному виду.

2. Для каждого временного шага вычисляются:

1) эффективная нагрузка для момента времени $t + \Delta t$:

$$F^{\varnothing}_{t+\Delta t} = F_{t+\Delta t} + M(a_0 \cdot U_t + a_2 \cdot U'_t + a_3 \cdot U''_t) + C(a_1 \cdot U_t + a_4 \cdot U'_t + a_5 \cdot U''_t);$$

2) перемещения в момент времени $t + \Delta t$, исходя из уравнения:

$$K^{\varnothing} \cdot U_{t+\Delta t} = F^{\varnothing}_{t+\Delta t}.$$

3) ускорения и скорости для момента $t + \Delta t$:

$$U''_{t+\Delta t} = a_0(U_{t+\Delta t} - U_t) - a_2 U'_t - a_3 U''_t;$$

$$U'_{t+\Delta t} = U'_t - a_6 U''_t - a_7 U''_{t+\Delta t}.$$

Верификация осуществлялась на исследовании прогибов тонкой пластины со сторонами 1 м и толщиной 0,08 м глухо заделанной с двух соседних сторон из сплава D16Т (модуль юнга $72 \cdot 10^9$ Па коэффициент Пуассона 0,35 плотность $2,7 \cdot 10^6$ кг/м³) [4]. На угловую не заделанную точку пластины приложена динамическая нагрузка $F(t) = \sin(t)$ Н.

На рис. 1 приведены максимальные прогибы пластины, вызванные синусоидальной нагрузкой, в зависимости от времени. Пластина дискретизировалась 100 прямоугольными элементами [1, 3] с четырьмя узлами.

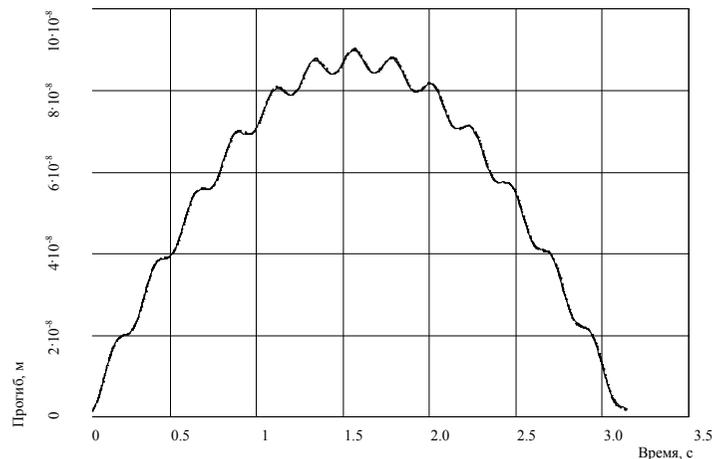


Рис. 1. Максимальные прогибы тонкой пластины под действием синусоидальной нагрузки.

Результаты моделирования сравнивались с решениями, найденными методом Вилсона и методом Рунге-Кутты 4-го порядка. Расхождение полученных результатов различными методами на всём интервале интегрирования не превысило 15 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Зенкевич, О.** Метод конечных элементов в технике / О. Зенкевич; пер. с англ. – М.: Мир, 1975. – 544 с.
2. **Перельмутер, А. В.** Расчетные модели сооружений и возможность их анализа / А. В. Перельмутер, В. И. Сливкер. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 600 с.
3. **Курочка, К. С.** Построение математической модели сложной системы неоднородных вязкоупругих дисперсных и сплошных твёрдых тел / К. С. Курочка // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2007. – №4. – С. 18-31.
4. **Горшков, А. Г.** Теория упругости и пластичности / А. Г. Горшков, Э. И. Старовойтов, Д. В. Тарлаковский. – М.: Физматлит, 2002. – 416с.