

Юго-Западный государственный университет, (г.Курск, Россия)
Московский политехнический университет (Россия)

УДК 338: 316:34
ББК Ж.я431(0)
П78 МТО-458

Редакционная коллегия:

Горохов Александр Анатольевич, к.т.н., доцент, председатель организационного комитета;

Агеев Евгений Викторович, д.т.н., профессор кафедры АТСиП ЮЗГУ, заместитель председателя оргкомитета;

Малыхин Виталий Викторович, к.т.н., доцент кафедры МтиО ЮЗГУ.

Латыпов Рашит Абдулхакович, д.т.н., профессор, Московский политехнический университет (МАМИ), Москва;

Куц Вадим Васильевич, д.т.н., профессор кафедры МТиО ЮЗГУ.

Okulich-Kazarin Valeriy - Dr. hab., Prof. Краковского педагогического университета (Польша);

Stych Marek – Ph.D in Low Краковского педагогического университета (Польша).

ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЦЕССЫ

Сборник научных статей
6-й Всероссийской
научно-технической конференции
с международным участием

25-26 сентября 2019 года

Ответственный редактор *Горохов А.А.*

ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЦЕССЫ: Сборник научных статей 6-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием (25-26 сентября 2019 года), Юго-Зап. гос. ун-т, Курск: Юго-Зап. гос. ун-т, 2019, - 315 с.

ISBN 978-5-9907371-3-6

Содержание материалов конференции составляют научные статьи отечественных и зарубежных молодых ученых. Излагается теория, методология и практика научных исследований.

Для научных работников, специалистов, преподавателей, аспирантов, студентов.

Материалы в сборнике публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-5-9907371-3-6

© Юго-Западный государственный
Университет, 2019
© ЗАО "Университетская книга", 2019
© Авторы статей, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Амбросимов С.К., Грибков Р.В.</i> СПОСОБ СОЗДАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ С РЕГУЛЯРНЫМ МИКРОРЕЛЬЕФОМ.....	8
<i>Бабажанов Н.Т., Прохоров Д.Г., Тюхта А.В.</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОДАЧИ СОТС В ЗОНУ РЕЗАНИЯ ПРИ ПЛОСКОМ ШЛИФОВАНИИ	11
<i>Баранов Ю.Н., Катунин А.А., Трясцин А.П., Каплина А.А.</i> ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ОПЕРАТОРОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ.....	16
<i>Барсуков Г.В., Кожеус С.В., Новиков М.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ПОСЛЕ ГИДРОАБРАЗИВНОГО РЕЗАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПОЗИЦИОННОГО АБРАЗИВНОГО ЗЕРНА	19
<i>Барчуков Д.А., Слободян С.М., Карелин А.В.</i> ПРИНЦИП РАБОТЫ НАНОЗОНДА СКАНИРУЮЩЕГО МИКРОСКОПА	22
<i>Барчуков Д.А., Слободян С.М., Карелин А.В.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ТЕРМИЧЕСКОМУ ЦИКЛУ СВАРКИ ХРОМОНИКЕЛЕВЫХ СТАЛЕЙ АУСТЕНИТНОГО КЛАССА ИЗ УСЛОВИЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПОТЕРИ СТОЙКОСТИ ПРОТИВ МЕЖКРИСТАЛЛИТНОЙ КОРРОЗИИ	27
<i>Белов А.Н.</i> ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛАРБИДА НИОБИЯ.....	30
<i>Бицутин С.Г., Алехин С.С.</i> КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ШЛИФОВАННЫХ КАРБИДОКРЕМНИЕВЫХ ПЛАСТИН	34
<i>Бобылькова О.М.</i> СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ГАЗА ОТ СЕРОВОДОРОДА	37
<i>Болтенков А.Ю.</i> ДВИГАТЕЛЬ FREEVALVE SAMLESS ПОВЫШЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ	40
<i>Болтенков А.Ю.</i> INFINITI QX50: ПЕРВЫЙ АВТОМОБИЛЬ ОСНАЩЕННЫЙ ДВИГАТЕЛЕМ С ПЕРЕМЕННОЙ СТЕПЕНЬЮ СЖАТИЯ	44
<i>Васин В.А., Горбачев И.И., Сомов О.В.</i> ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФАЗООБРАЗОВАНИЯ ПРИ НАНЕСЕНИИ ПИРОЛИТИЧЕСКОГО КАРБИДОХРОМОВОГО ПОКРЫТИЯ НА СТАЛЬ 40X С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ 47	
<i>Голубева О.А., Мирный В.И., Фоменко О.Н.</i> АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ КООРДИНАТНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАШИН ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	50
<i>Голубин А.К.</i> ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РОССИЙСКОГО РЫНКА ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ.....	54
<i>Гончарук С.Ю., Самборук А.Р.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ПОРИСТЫХ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ...	57
<i>Горбанева Е.П., Лукина И.С.</i> КОНЦЕПЦИИ «ДВОР БЕЗ МАШИН» - ПЛЮСЫ И МИНУСЫ.....	60
<i>Горбанева Е.П., Лукина И.С.</i> ТЕНДЕНЦИИ БЛАГОУСТРОЙСТВА ПРИДОМОВОЙ ТЕРРИТОРИИ	63
<i>Горбунова А.Д., Анисимов И.А.</i> АНАЛИЗ НАУЧНЫХ ПОДХОДОВ К ОБОСНОВАНИЮ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЗАРЯДНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ	66

<i>Горохова И.Ю.</i> CRM – И ERP-СИСТЕМЫ В УПРАВЛЕНИИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ РЕСУРСАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	69
<i>Данилушкин А.И., Данилушкин В.А.</i> АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ НЕПРЕРЫВНОГО ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА... 73	
<i>Дёмин К.Н., Зубков В.В., Степанова В.С.</i> РАСЧЕТ ВЕЛИЧИНЫ ОПТИМАЛЬНОГО ЗАЗОРА ПРИ ВЫРУБКЕ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА	77
<i>Дожделев А.М.</i> ОБЗОР ФИЛАМЕНТОВ С УНИКАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ 3D ПЕЧАТИ МЕТОДОМ ПОСЛОЙНОГО НАПЛАВЛЕНИЯ.....	81
<i>Егоров М.К.</i> СЕРТИФИКАЦИЯ СИСТЕМЫ КАЧЕСТВА КАК ЧАСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ.....	84
<i>Завадский А.В., Пешехонов К.Ю.</i> ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ СПИРОИДНЫХ ЗУЧАТЫХ КОЛЕС	87
<i>Зозулева А.Ю., Саргсян С.В.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СООТНОШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛОЩАДЕЙ ТП И ТМО-МОДЕЛЕЙ В УТИЛИЗАТОРЕ ТЕПЛОТЫ РЕКУПЕРАТИВНОГО ТИПА ДЛЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ПЕРЕДАЧИ ТЕПЛОТЫ В ЯВНОЙ И СКРЫТОЙ ФОРМЕ ОТ УХОДЯЩЕГО ВОЗДУХА К ПРИТОЧНОМУ	90
<i>Иванов В.В., Железников Ю.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИНТЕНСИФИКАЦИИ ГИДРОАБРАЗИВНОЙ РЕЗКИ ПУТЕМ ЗАКРУЧИВАНИЯ СТРУИ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ	99
<i>Ивочкин А.Г., Лапин П.Б., Тарасова А.Г.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫРУБКИ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА В СРЕДЕ ППП «ШТАМП»	103
<i>Игнатьев А.А., Добряков В.А., Игнатьев С.А.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КАК ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ РЕШЕНИЙ	108
<i>Ильясова Р.Р., Шагаргазина Г.В.</i> ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДИСПЕРГИРОВАННОГО КАОЛИНА ПО ОТНОШЕНИЮ К ИОНАМ СВИНЦА (II)	111
<i>Казиева А.З., Кротенко Т.Ю.</i> ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК КАК ФАКТОР ЭФФЕКТИВНОГО БИЗНЕСА.....	114
<i>Каширин Е.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ СЕТЕВОГО ПРОТОКОЛА KERBEROS ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ АУТЕНТИФИКАЦИИ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ	117
<i>Киреева А.С., Кротенко Т.Ю.</i> СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	121
<i>Кириянов К.В., Пешехонов К.Ю.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СПИРОИДНЫХ ЗАЦЕПЛЕНИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ	125
<i>Ковалева В.С., Шаблинская Т.Н.</i> ОСОБЕННОСТИ ОКОНЧАТЕЛЬНОГО ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КОЛЕС С КРУГОВЫМ ЗУБОМ	128
<i>Комаристая К.О.</i> АНАЛИЗ ДАННЫХ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ	131
<i>Комаристая К.О.</i> НЕЧЕТКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ .. 134	
<i>Корячкин В.П., Черепенько А.А., Мальфанов А.А., Хайдаров А.Ф.</i> МЕТОДИКА РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДОЛБЯКОВ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ ШЛИЦЕВ РАДИУСНОГО ПРОФИЛЯ	136

Корячкин В.П., Черепенько А.А., Мальцев Н.А., Меляев С. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТНОГО РАСЧЕТА ДОЛБЯКОВ ДЛЯ КОЛЕС ВНУТРЕННЕГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ	142
Кострова В.Н. ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРАФОВ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СЕТЯХ	145
Кострова В.Н. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ПРОЦЕССАХ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВАМИ	148
Котелевская Я.Д., Мельникова Д.А. РАЗРАБОТКА 3D-МОДЕЛИ ЭКСКЛЮЗИВНОГО ДИЗАЙНА ДИСКА КОЛЕСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАКОНОВ КОМПОЗИЦИИ ЦЫЕТО- И ФОРМООБРАЗОВАНИЯ В ПРОГРАММЕ SOLIDWORKS	151
Кочергин В.С., Куц В.В., Разумов М.С., Зубков Д.А. ПОСТРОЕНИЕ ЭМПИРИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ ТВЕРДОСТИ СТАЛИ 40Х ОТ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЗОНЕ ЕЁ КРАСНОСТОЙКОСТИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРОТЯГИВАНИЯ	157
Кошелев Е.В., Божко В.П., Берг И.Д. РАЗВИТИЕ САМОПРИСОСАБЛИВАЮЩИХСЯ СИСТЕМ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ	159
Куц В.В., Мальнева Ю.А., Лыкова Л.Н. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДЯЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ФРЕЗЫ С КОНСТРУКТИВНОЙ ПОДАЧЕЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЛОПАТКИ ТУРБИНЫ	163
Латыпов Р.А., Агеев Е.В., Новиков Е.П. ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМЫ ТИТАНОВЫХ ПОРОШКОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ СВАРКИ И НАПЛАВКИ	168
Львович И.Я. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В ПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ	172
Львович И.Я. ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВАЯ СИСТЕМА КОММЕРЧЕСКОЙ ФИРМЫ	175
Львович Я.Е. ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЛИЯНИЕМ УЯЗВИМОСТЕЙ В ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ	178
Львович Я.Е. ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ	181
Суцнев А.К., Малашина Л.А., Суцнев А.К. РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ КАРТЫ ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ	184
Мартынушкин А.Б. АНАЛИЗ ВЫПОЛНЕНИЯ ПЕРЕВОЗОК ПассажиРОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ	187
Мартынушкин А.Б. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ДАННЫЕ ОБЪЕМА АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПЕРЕВОЗОК	193
Никишов О.В. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПРЕДОХРАНЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ОТ ВЛИЯНИЯ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР	198
Окорокова О.В. ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ДВУХФАЗНЫХ ТИТАНОВЫХ СПЛАВАХ	203
Орехов Ю.Ю., Макаров И.Д. РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА РАЗВЕРТЫВАНИЯ	205

Петров В.И. ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛИРОВКИ ФАР ГОЛОВНОГО ОСВЕЩЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ	208
Питолин М.В. ВОЗМОЖНОСТИ ПОДХОДОВ, СВЯЗАННЫХ С СИСТЕМОЙ КОНТРОЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ В ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ	213
Питолин М.В. ОБ УПРАВЛЕНИИ МАРШРУТИЗАЦИЕЙ В ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ	216
Преображенский Ю.П. СОСТАВЛЯЮЩИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА И РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ	219
Преображенский Ю.П. ПОСТРОЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	222
Проскуряков В.И., Родионов И.В., Новиков М.В. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЛАЗЕРНОГО УПРОЧНЕНИЯ ТИТАНОВЫХ И ЦИРКОНИЕВЫХ ОБРАЗЦОВ	224
Проскуряков В.И., Родионов И.В., Новиков М.В. ЛАЗЕРНАЯ МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВЫХ И ЦИРКОНИЕВЫХ ОБРАЗЦОВ	229
Пфетцер И.А., Зонненберг Н.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ОТЛИВКИ ПРИ ЛИТЬЕ ПОГРУЖЕНИЕМ	233
Разумов М.С., Досумов А.К., Голиков А.А. РАЗРАБОТКА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ СМЕНЫ ИНСТРУМЕНТА ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ УНИВЕРСАЛЬНОГО ТОКАРНОГО СТАНКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЧПУ	236
Селеменова О.В., Шандыбин Д.А. ОСОБЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТНО-ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ	243
Слободян С.М., Барчуков Д.А., Карелин А.В. МЕТОД ОЦЕНКИ УДАЛЕНИЯ ОБЪЕКТА, УПРАВЛЯЕМОГО ПО ПРОВОДАМ	247
Сомов О.В., Каченюк М.Н., Сметкин А.А. УСКОРЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПАР ТРЕНИЯ ИЗ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА TiC-SiC	252
Ставцева А.А., Тарусова М.С., Васильева В.В. ЕВРОПЕЙСКИЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИТС ДЛЯ ФИКСАЦИИ НАРУШЕНИЙ ПДД	254
Ставцева А.А., Милина М.Ю., Новиков А.Н. ИТС КОНТРОЛЯ НАРУШЕНИЯ ПДД В ГОРОДАХ	256
Степанова К.М., Суцнев А.К. СТРУКТУРА БАЗЫ ДАННЫХ ВНУТРЕННИХ АУДИТОВ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА АВТОКОМПОНЕНТОВ	261
Сулейманова Ф.Д., Захаров О.В. ОПТИМАЛЬНАЯ НАЛАДКА ШЛИФОВАЛЬНОГО СТАНКА НА ЖЕСТКИХ ОПОРАХ	264
Сулейманова Ф.Д., Захаров О.В. ИЗМЕРЕНИЕ КРУГЛОСТИ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ НА РЕГУЛИРУЕМОЙ ПРИЗМЕ	268
Сулейманова Ф.Д., Захаров О.В. РАЗРАБОТКА ПРОГРЕССИВНОЙ КОНСТРУКЦИИ РЕЖУЩЕ-ВЫДАВЛИВАЮЩЕГО МЕТЧИКА	271
Сырейщикова Н.В., Гузев В.И. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ НА ОСНОВЕ ОПЫТА РОССИЙСКОГО КОМПЛЕКСНО-СИСТЕМНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ УСЛОВИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	275
Теслив И.Н. ОБ УПРАВЛЕНИИ СЕТЯМИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ	279
Теслив И.Н. О СИСТЕМЕ РАСПРЕДЕЛЕННОГО МОНИТОРИНГА В ЖКХ	281
Тишина Н.А. ТЕНДЕНЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМАХ	284

Томилова М.Н., Кирпичников А.П. НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ОТКРЫТОГО ТИПА С ЧАСТИЧНОЙ ВЗАИМОПОМОЩЬЮ МЕЖДУ КАНАЛАМИ	287
Федотов М.А. О ГИБКИХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМАХ	291
Федотов М.А. ОСОБЕННОСТИ ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ В ДИАЛогоВОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ.....	294
Цепковская Т.А. ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОДХОДОВ БАЗИРУЮЩИХСЯ НА ТЕХНОЛОГИИ DATA MINING В ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	296
Цепковская Т.А. ПРОБЛЕМЫ СПЕКТРАЛЬНОГО РИСК-АНАЛИЗА В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ.....	299
Чукалов М. Ю., Семизельников Р.С., Паничкин А.В. ОСОБЕННОСТИ И ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ.....	302
Шканов С.И. К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НОРМИРОВАНИЯ ОТХОДОВ	305
Юнусов Р.Ф., Назаров О.А., Имомназаров А.Б. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЙ ЛИНЕЙНЫЙ АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД МОСТОВОГО АГРЕГАТА...	310

СПОСОБ СОЗДАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ С РЕГУЛЯРНЫМ МИКРОРЕЛЬЕФОМ

Амбросимов Сергей Константинович, д.т.н., профессор
(e-mail: ambbsk@mail.ru)

Грибков Руслан Викторович, студент
(e-mail: gribkov.ruslan48lip@yandex.ru)

Липецкий государственный технический университет, г.Липецк, Россия

В статье рассмотрен новый способ создания поверхности с регулярным микрорельефом.

Ключевые слова: регулярный микрорельеф.

Существует большое количество способов, которые, с целью увеличения маслостойкости поверхности и повышения износостойкости, позволяют создать регулярный микрорельеф с требуемыми параметрами. Сложная технологическая задача образования на поверхностях регулярных микрорельефов решается как в отношении способа воздействия на обрабатываемый материал (химического, механического и др.), так и в отношении принципа регуляризации микрорельефа. На производстве наиболее интересны способы с механическим воздействием на поверхностный слой. К способам механического создания регулярного микрорельефа относятся: сверление через трафарет, вихревое точение и фрезерование, вибродинамическое обтачивание.

Способ сверления по разметке или в кондукторе заключается в образовании на поверхности лунок в радиальном сечении конусообразной или пологой сферической формы. К достоинствам метода следует отнести отсутствие необходимости в специальном оборудовании и инструменте. Главный минус данного метода заключается в низкой производительности и значительных по величине параметрах микрогеометрии.

Способ вихревого точения и фрезерования заключается в образовании дискретно расположенных углублений на цилиндрических и плоских поверхностях. Данный способ основан на прерывистом контактировании вращающегося инструмента с вращающейся или поступательно перемещающейся заготовкой. К преимуществу данного метода можно отнести универсальность, поскольку использование коробок скоростей и подач металлообрабатывающих станков, на которых они чаще всего осуществляются, позволяет изменять значения скоростей движения заготовок и инструмента в достаточно больших пределах. Однако для этих способов образования углублений характерны и существенные недостатки. Микрорельеф при данном способе нерегулярный, характер резания ударный, хаотичный, что неблагоприятно сказывается на станке, инструменте и заготовке. При этом относительно сложный привод и сам механизм вращения инструмента и т. д.

Более перспективным методом является вибронакатывание или вибровыглаживание. В основе этих методов лежит пластическое деформирование шариком или алмазным выглаживателем. В результате доля остаточной деформации возрастает, что приводит, при прочих равных условиях, к более значительному упрочнению, как по степени, так и по глубине залегания упрочненного слоя металла.

Для повышения производительности вибронакатывания разработан способ, который увеличивает количество одновременно действующих обкатников.

Конструкция многошарикового виброобкатника представлена на рисунке 1.

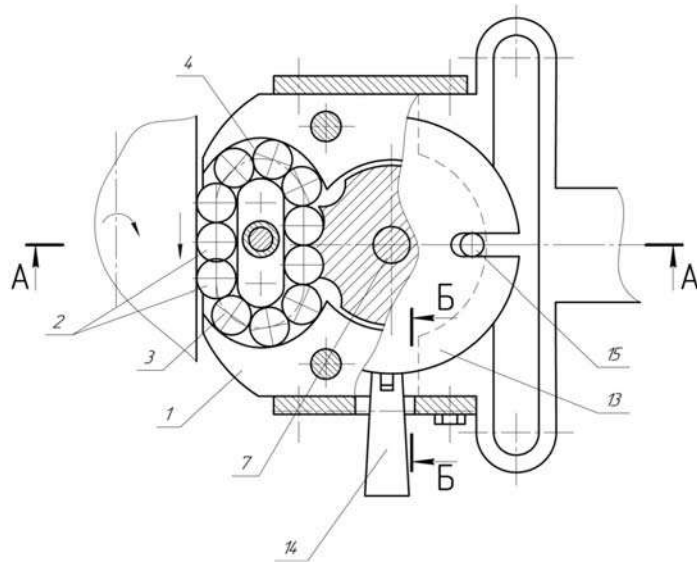


Рисунок 1 – Общий вид устройства

Данное устройство состоит из корпуса 1, внутри которого размещены рабочие 2 и промежуточные 3 деформирующие шарики, которые расположены в замкнутом ручье 4 и закрыты крышкой 5 (рисунок 2). Приведение промежуточных шариков в движение осуществляется от звездочки 6 (рисунки 1, 2), свободно установленной на оси 7, и связанной с кулисой 8 торцовыми зубьями 9 и 10 предохранительной муфты.

Муфта регулируется при помощи пружины 11 и гайки 12, защищая электродвигатель 13 от перегрузок.

Рычаг 14, установленный на крышке 5, служит для разъединения кулисы 8 и звездочки 6 путем ее поднятия рычагом 14 (рисунок 3). В паз кулисы 8 входит палец 15 (рисунок 2) для возвратно-качательного движения кулисы, который закреплен на валу 16 электродвигателя 13.

Виброобкатник закрепляется на суппорте токарного станка и подводится до контакта рабочих шариков 2 с натягом, необходимым для получения микрорельефа с требуемыми параметрами, к обрабатываемой поверхности. Гайкой 12, настраивают предохранительную муфту устройства, после включают электродвигатель 13 и задают вращение заготовке и продольное перемещение виброобкатнику.

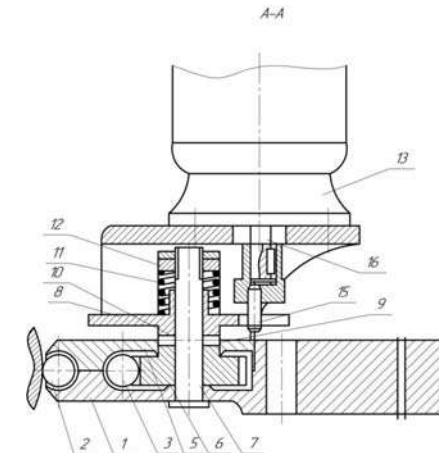


Рисунок 2 – Разрез А-А на рисунке 1

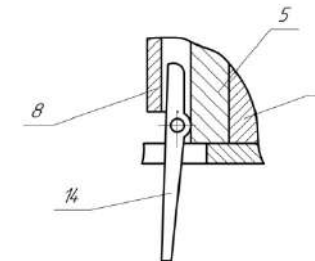


Рисунок 3 – Разрез Б-Б на рисунке 1

Вывод: в статье представлен способ и устройство для высокопроизводительного создания регулярного микрорельефа.

Список литературы

1. Шнейдер Ю.Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом/ Ю.Г. Шнейдер - Ленинград Машиностроение 1982г. – 247 с.

УДК 621.9

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОДАЧИ СОЖ В ЗОНУ РЕЗАНИЯ ПРИ ПЛОСКОМ ШЛИФОВАНИИ*Бабажанов Н.Т., Прохоров Д.Г., Тюхта А.В.**Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, Россия*

В статье рассматривается способ подачи смазочно-охлаждающей технологической жидкости при плоском шлифовании, направленный на снижение температурной напряженности в зоне контакта шлифовального круга и заготовки.

Ключевые слова: шлифование, круг, СОЖ, зона контакта.

Для машиностроительной продукции качество и конкурентоспособность в значительной степени определяются точностью размеров, формы и взаимного расположения поверхностей деталей, а также состоянием их поверхностного слоя (физико-механические свойства и микрогеометрия поверхности), окончательное формирование которых происходит на финишных операциях механической обработки, одной из которых является плоское шлифование. На предприятиях точного машиностроения и приборостроения, доля операций плоского шлифования составляет до 75% всех технологических операций.

В настоящий момент развитие плоского шлифования требует использования всех конструктивно-технологических резервов, в том числе тех, которые связаны с совершенствованием техники применения смазочно-охлаждающей технологической жидкости (СОЖ). Как показывает практика, возможной смазочно-охлаждающих жидкостей СОЖ используются далеко не в полной мере, в некоторых случаях всего на 5-10% [2,3,4,5].

Несмотря на большое количество работ, где рассматриваются теоретические проблемы, связанные с применением СОЖ при плоском шлифовании, следует отметить, что полностью не решены и остаются актуальными вопросы, связанные с сокращением безвозвратных потерь СОЖ и нейтрализацией факела отходов обработки.

Одним из важнейших элементов технологического обеспечения финишных операций механической обработки вообще, абразивной обработки в особенности, наряду со станком, приспособлением и режущим инструментом является смазочно-охлаждающая жидкость. Так как СОЖ сама по себе не реализует своих целей и функций, то под элементом технологической системы подразумевается СОЖ совместно с системой применения, куда входит оборудование для подачи технологической жидкости к зоне резания и поддержания ее в течение достаточно длительного времени в работоспособном состоянии.

Выбор способа подачи СОЖ при различных видах металлообработки и вида энергетического воздействия зависит от конкретных условий выполнения технологической операции. Преимущество имеет тот способ, который при прочих равных условиях обеспечивает наилучшее исполнение

СОЖ своих функций, а также у которого больше число тракток подвода СОЖ к контактной зоне [4].

Одними из наиболее теплонапряженных процессов механической обработки являются операции, связанные со шлифованием. В зоне контакта шлифовального круга и обрабатываемой детали возникает температура, достигающая в некоторых случаях 1600° С, что намного больше, чем при обработке резанием.

Это объясняется тем, что скорость шлифования в 10-20 раз превышает скорость обработки лезвийными инструментами; абразивные зерна имеют, как правило, отрицательные передние углы и поэтому при резании затрачивается значительное количество энергии на прижатие шлифовального круга к детали, в результате стружка измельчается и выделяется значительное количество тепла.

Высокие мгновенные температуры в зоне резания приводят к изменению структуры поверхностного слоя обрабатываемой детали, появлению температурных деформаций детали, остаточных деформаций, прижогов и трещин, которые возникают в процессе шлифования. Прижоги и трещины появляются в основном при шлифовании закаленных стальных деталей с высокой твердостью и прочностью, или появляются на деталях, изготовленных из металлов с низкой теплопроводностью (например, жаропрочные сплавы).

Для того чтобы достигнуть высокой производительности шлифования при надлежащем качестве поверхностного слоя изделий, необходимо произвести ряд действий, направленных на снижение температурной напряженности в зоне контакта шлифовального круга и заготовки. Наиболее эффективное охлаждение обеспечивается применением СОЖ, которую подают в зону контакта шлифовального круга с изделием и оказывают существенное влияние на процесс шлифования за счет смазочной, охлаждающей, моющей, абсорбционной и антикоррозионной функций технологической жидкости.

Физико-химические свойства СОЖ во всем объеме или при временном их изменении в определенных частях объема могут оказывать существенное влияние на процесс резания. Они в значительной мере определяют качество СОЖ - совокупность свойств, обуславливающих ее пригодность обеспечивать требуемые выходные технологические параметры операций механической обработки заготовок.

В решающей степени уменьшение теплообразования в зоне обработки, повышение работоспособности режущего инструмента и производительности обработки, улучшение качества поверхностного слоя обработанных деталей зависят от способов и техники подачи СОЖ в рабочее пространство станка и непосредственно в зону обработки. Способ подачи СОЖ характеризуется совокупностью признаков, определяющих условия транспортирования жидкости от устройства подачи к зоне контакта режущего инструмента с заготовкой.

Подаваемая под повышенным давлением смазочно-охлаждающая жидкость способствует разлому стружки при столкновении с зоной резания на высокой скорости. Кроме того, высокое давление помогает эвакуации стружки, препятствует ее обратному попаданию в зону резания и предупреждает поломку режущих пластин, вызываемую перемолотой стружкой [1].

Эффективность данных способов подачи зависит от расхода СОЖ, подаваемой к зоне резания, размеров, формы и траектории струи. В зависимости от условий обработки формируют струи круглого (при точении, сверлении, развертывании и др.) или прямоугольного (при фрезеровании, зубофрезеровании и зубодолблении, точении и др.) сечения. Для сложных инструментов и многоинструментальной обработки осуществляют многосопельную подачу СОЖ. В любом случае струя жидкости должна перекрывать всю зону контакта инструмента с заготовкой (рисунок 1).



Рисунок 1 - Подача СОЖ поливом и напорной струей при обработке на различных металлорежущих станках

Количество подаваемой в зону резания СОЖ регулируется с помощью специальных устройств и зависит от вида ее основы (водная или масляная), вида выполняемой операции и напряженности режима резания. На универсальных станках, весом до 10 тонн, жидкость подается в количестве от 2 до 20 л/мин. В некоторых случаях механической обработки (на многошпиндельных автоматах, зубообрабатывающих станках и других) поток СОЖ используется одновременно и для уноса стружки.

В существующем современном металлорежущем оборудовании наиболее распространено использование подачи СОЖ поливом или напорной струей, что обусловлено относительной простотой применения данных способов. Это позволяет СОЖ оптимально выполнять свои смазывающие, режущие и охлаждающие действия. Однако, недостатком данных способов следует признать большие потери технологической жидкости при разбрызгивании и интенсивном образовании «тумана» из паров СОЖ, что приводит также к ухудшению экологичности процесса обработки. Для того что-

бы исключить потери СОЖ, необходимо использовать специальное оборудование, либо приспособления, назначение которых - закрыть зону резания, обеспечив тем самым непопадание брызг СОЖ в окружающее пространство.

Специфика применения СОЖ при абразивной обработке заготовок связана с особенностями строения абразивных инструментов, кинематикой шлифования и режимными факторами. Особые трудности возникают на операциях шлифования, выполняемых на скоростях 35...80 м/с и более: вращающиеся с большими угловыми скоростями шлифовальные круги создают мощные окружные и торцовые воздушные потоки, препятствующие доступу СОЖ в зону обработки.

Результаты исследований показывают, что при скоростях резания, соответствующим плоскому шлифованию образуется веерообразная форма факела с углом раскрытия свыше 90°. Возможность оптимизации параметров улавливания факела отходов при шлифовании создает предпосылки к полному исключению выбросов аэрозоля СОЖ и абразивно-металлической пыли и снижению себестоимости обработки за счет экономии технологической жидкости и улучшения санитарно-гигиенических условий труда.

Целями создания нового способа подачи СОЖ являются:

- 1) реализация такого способа подачи СОЖ, при котором ее функциональные действия проявляются в полном объеме;
- 2) создание эффективной преграды для распространения аэрозоля СОЖ и отходов шлифования, как в виде факела, так и в виде отдельных частиц, в том числе, затягиваемых кругом под кожух;
- 3) создание ванны из СОЖ в зоне резания, что исключает возможность сухого резания и позволяет повысить производительность обработки за счет ужесточения режимов резания.

Новый способ подачи СОЖ при плоском шлифовании периферией круга - комбинаторного, заключается в том, что зона обработки по периметру полностью окружается шторами из СОЖ, а за счет наклона этих штор в зоне резания создается ванна из технологической жидкости. Вследствие этого, весь шлам, вылетающий из зоны резания, полностью гарантированно улавливается защитными шторами из СОЖ, а в самой зоне резания создается ванна из технологической жидкости. Уловленные частицы шлама смываются в систему очистки СОЖ станка. Направленно движущиеся шторы СОЖ формируют в зоне обработки ванну из технологической жидкости, своим напором и углом атаки наполняя ее и удерживая от растекания, а также обеспечивая активную циркуляцию и проточность ванны (рисунок 2).

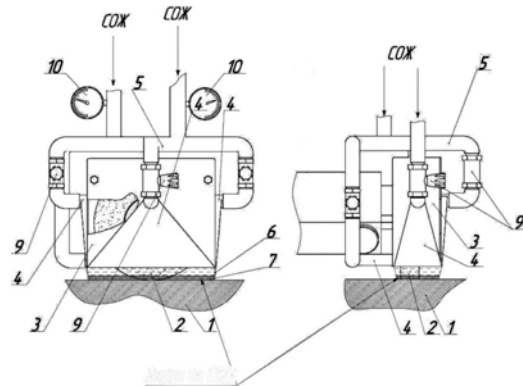


Рисунок 2 - Устройство для комбинаторного способа подачи СОЖ

Анализ аэродинамической обстановки в рабочей области плоскошлифовального станка показывает, что воздушные потоки в рабочей зоне станка движутся не хаотично, а подчиняются закономерностям, вытекающим из расположения круга относительно защитного кожуха. При плоском шлифовании периферией круга, из-за конструктивных особенностей оборудования, в рабочей зоне станка образуется центр наддува, определяющий направление движения воздушных потоков в плоскости рабочего стола станка; Разработанный комбинаторный способ подачи СОЖ при плоском шлифовании периферией круга, обеспечивают полную изоляцию рабочей зоны станка шторами из СОЖ и создание в зоне резания ванны СОЖ, полное улавливание и нейтрализацию всех вредных выбросов из зоны резания, включая факел отходов шлифования, а так же эффективное охлаждение заготовки и шлифовального круга, как в зоне резания, так и вне ее за счет гарантированного обильного контакта с СОЖ.

Список литературы

1. Степанов, Ю.С., Василенко Ю.В. Обзор основных способов подачи СОЖ при шлифовании периферией круга / Ю.С. Степанов, Ю.В. Василенко. - Орел, 1999. - 42 с.: ил. - Библиогр.: 32 назв. - Рус. - Деп. в ВИНТИ 15.12.99, № 3701-В99.
2. Василенко, Ю.В. Совершенствование техники применения СОЖ при плоском шлифовании на основе закономерностей ее поведения в рабочей зоне: дис. ... канд. тех. наук.: 05.02.08 / Василенко Юрий Валерьевич. - Брянск, 2002 - 260 с.
3. Степанов, Ю.С. К вопросу о выборе схем подачи СОЖ при шлифовании периферией круга / Ю.С. Степанов, А.Е. Шукин, В.В. Алексеев // Прогрессивные технологии механической обработки и сборки в машиностроении: Сб. матер. межрег. науч.-техн. конф. - 1992. - С. 10-12.
4. Тюхта, А.В. Практическое применение комбинаторного способа подачи СОЖ. / А.В. Тюхта // Фундаментальные и прикладные проблемы модернизации современного машиностроения и металлургии: сборник научных трудов международной научно-технической конференции, посвященной 50- летию кафедры технологии машиностроения ЛГТУ. - 2012. - Ч.2. С. 24-29.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ОПЕРАТОРОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Баранов Юрий Николаевич, д.т.н., профессор

Катунин Андрей Александрович, к.т.н., доцент

Трясцин Антон Павлович, к.т.н., доцент,

заведующий кафедрой инженерно технических дисциплин

Каплина Анастасия Александровна, студентка

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева

Повышение энергонасыщенности, расширение технологических возможностей машиностроительной техники сопровождаются усложнением конструкций машин и агрегатов, а так же и процессов управления ими [1].

Иными словами, совершенствование машиностроительной техники усиливает нервно-психическую нагрузку на операторов, предъявляет более высокие требования к нервно-психической сфере их [2]. Кроме того, психологический анализ деятельности операторов обслуживающих оборудование показывает, что воздействующая на них весьма значительная нервно-психическая нагрузка одновременно является и монотонной. Производственная деятельность операторов протекает в неблагоприятных психологических условиях - социальная изоляция в течение рабочего времени, дефицит психологических и производственных контактов, вынужденная поза, сопровождающаяся статическим напряжением мышц тела. Совершение большого числа мелких, часто повторяющихся корректировочных и управляющих движений, однообразие технологического процесса и т. д. В то же время от операторов требуется напряжение внимания и других психологических функции в связи с необходимостью обеспечения весьма жестких требований к точности выполнения контролирующих функций технологического процесса [3-5]. Отсюда весьма сложная задача сохранения высокого уровня работоспособности и активности психофизиологических систем при монотонных условиях, действующих в направлении снижения активности данных систем.

Одним из факторов, которые влияют на работоспособность и активность психофизиологических систем являются последствия после принятия спиртных напитков. Мы не говорим о состоянии алкогольного опьянения оператора во время работы, а рассмотрим его состояние после принятия алкоголя накануне и влияние последствий «похмельного синдрома» на надежность оператора при выполнении им рабочих функций.

Как известно «похмельный синдром» - это следствие интоксикации организма алкогольными напитками, после возлияний накануне. На следующий день у человек изменяется не только физиологический статус, но и психологический: чувствует себя подавленным, слабым, его тошнит и сильно болит голова, т.е. это реакция отравление алкоголем [3].

Довольно часто «похмельный синдром» не так ярко проявляется (повышенная температура тела (около 37,1); отсутствие аппетита: тремор рук,

коленей, головы; пульсация в голове и «стук» в висках; головокружение; сильное обезвоживание и жажда; подавленное состояние, раздражительность и прочее), но работник все еще находится под воздействием алкоголя, хоть и в меньшей степени. Его работоспособность и надежность как оператора снижена и возникает повышенный риск ошибочных действий, которые могут привести к нарушению технологического процесса и к травме самого работника [1,4].

На сегодняшний день не разработаны экспресс-методы и оборудование, позволяющие в короткое время и с достаточной точностью проводить диагностирование состояния «похмельного синдрома».

Целью работы являлась разработка устройства, позволяющего определить «похмельный синдром» у операторов различных технических систем, к которым предъявляются специальные психофизиологические требования, связанные с повышенной ответственностью в области обеспечения безопасности технологического процесса и снижения травматизма работников.

Разработка способа определения «похмельного синдрома» основана на получении информации о психофизиологическом состоянии человека с помощью измерения биопотенциала в биологически активных точках (БАТ) тела человека [6,7].

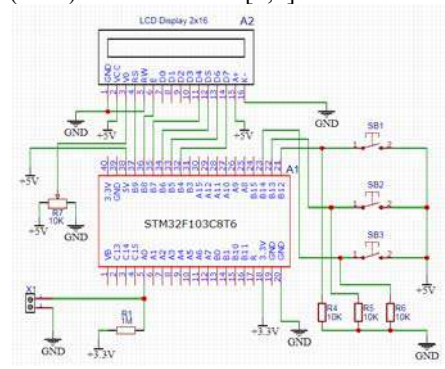


Рисунок 1-Принципиальная электрическая схема устройства

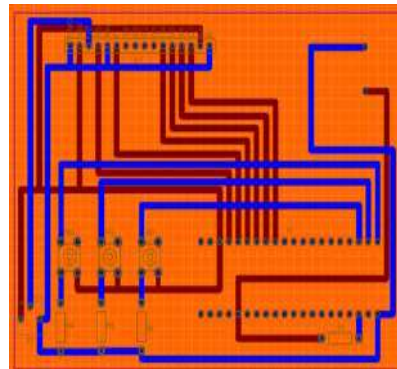


Рисунок 2-Печатная плата

Важнейшей частью проекта являлась разработка принципиальной электрической схемы устройства для измерения биопотенциала (рисунок 1). Для разработки схемы была использована программа EasyEDA. На схеме отображены все подключения, необходимые для передачи сигнала и последующих вычислений, связанных с полученными данными. При проектировании принципиальной электрической схемы были учтены особенности контроллера: назначение пинов и напряжение питания.

Для реализации аппаратного обеспечения была спроектирована и изготовлена печатная плата устройства (рисунок 2) для размещения всех элементов устройства и обеспечения связи между определёнными контактами компонентов. Для проектирования печатной платы была использована программа EasyEDA.

В процессе создания устройства был проведён сравнительный анализ различных контроллеров, выбран оптимальный вариант для изготавливаемого устройства, выполнен подбор элементной базы, осуществлена разработка структурной и принципиальной электрической схем, осуществлена разработка и изготовление печатной платы, разработано программное обеспечение для контроллера, спроектирован и изготовлен корпус, выполнена сборка (рисунок 3) и проверка устройства.



Рисунок 3 –Устройство для определения «похмельного синдрома»

Следующим этапом работы стала апробация разработанного прибора в производственных условиях. С этой целью были проведены исследования на базе АО «Завод специальной техники» на операторах обслуживающих металлообрабатывающие станки. В исследованиях приняло участие 28 работников. Вначале работники проходили тестирование и медицинских осмотр на наличие похмельных симптомов, а затем проводилось измерение уровня биопотенциала в БАТ. В результате проведенных опытов было установлено, что вне зависимости от уровня проявления симптомов «похмельного синдрома» уровень биопотенциала операторов не превышал 45 мА.

Вывод. Разработанное устройство и способ определения «похмельного синдрома» позволяет в количественно сравнимых единицах и в кратчайший временной срок проводить диагностирование физиологическое состояние операторов машиностроительных производств, что позволит повысить безопасность труда на производстве и надежность оператора.

Список литературы

1. Белоусова Ю.С. Анализ травмоопасности металлообрабатывающего оборудования//Динамика систем, механизмов и машин. 2014. № 4. С. 175-178.
2. Шамраева Э.А., Бажин А.С. Влияние психологического состояния человека на вероятность несчастного случая на производстве//Студент. Аспирант. Исследователь. 2016. № 3 (9). С. 157-168.

3. Пимурзин В.Г., Бабаева А.А., Осипов Д.Г. Основные проблемы и задачи охраны труда в современных условиях//В сборнике: Качество и инновации в XXI веке Материалы XV Международной научно-практической конференции. 2017. С. 272-279.

4. Анкудинова А.М. Производственный травматизм и профессиональные заболевания//Инженерно-технические решения и инновации. 2018. № 5 (14). С. 16-25.

5. Шевченко И.Л. Безопасность труда на рабочем месте и корпоративная социальная ответственность//Вестник Кемеровского государственного университета. 2014. № 2-2 (58). С. 264-267.

6. Баранов Ю.Н., Повышение безопасности работ на основе психофизиологического отбора операторов/ Ю.Н.Баранов, А.П.Трясцин /В сборнике: Безопасность жизнедеятельности: проблемы и решения - 2017. Материалы международной научно-практической конференции. 2017.-С. 12-15.

7. Баранов Ю.Н., Баранова С.В., Дубровин А.Г., Катунин А.А., Трясцин А.П., Бодров А.С., Кондрашов С.В., Новиков А.Н., Новиков И.А., Кулева Н.С. Способ определения состояния алкогольного опьянения. Патент на изобретение RU 2648345 от 22.12.2016.

УДК 621.9

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ПОСЛЕ ГИДРОАБРАЗИВНОГО РЕЗАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПОЗИЦИОННОГО АБРАЗИВНОГО ЗЕРНА

Барсуков Г.В., Кожус С.В., Новиков М.А.

Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, Россия

Авторами статьи приводятся результаты исследования шероховатости поверхности после гидроабразивного резания стальных образцов с использованием абразивных зерен с полимерным покрытием, позволяющих повысить производительность и качество обработки.

Ключевые слова: гидроабразивное резание, зерно, жидкость

Гидроабразивная резка используется в различных отраслях промышленности, где необходим контурный раскрой, часто по сложному контуру деталей из листового материала большой толщины до 300 мм. Кроме этого в настоящее время в различных конструкциях используются новые материалы, характеризующиеся высокой твердостью и прочностью, поэтому часто гидроабразивная резка является единственным производительным методом их обработки [1].

Для получения режущей струи в сверхзвуковой поток жидкости вводят абразивные частицы размером от 100 до 400 мкм. В качестве абразива многие производители оборудования рекомендуют использовать гранат, так как он является твердым абразивом (более 7,5 по шкале Мооса) с округлыми гранями, что позволяет снизить износ фокусирующей трубки соплового узла установки [2, 3].

В России производство гранатового песка отсутствует, поэтому осуществляются поставки из традиционных стран экспортёров Индия, Австралия, Китай, ЮАР, Новая Зеландия и др. Стоимость гранатового песка зави-

сит от валютного курса и оказывает основное влияние на себестоимость изготовления деталей, так составляет 60% в структуре затрат на резку.

Отечественные абразивы, например, эльбор (кубический нитрид или его модификация), карбид бора, карбид кремния, электрокорунд (нормальный, белый, хромистый и титанистый), монокорунд применить для гидроабразивной резки оказалось невозможным из-за критического износа сопла (несколько минут) [4].

Авторами статьи предлагается покрытие абразива полимерной оболочкой, позволяющей сохранить сопло и значительно повысить режущие возможности гидроабразивной струи. Конкретным преимуществом является расширение технологических возможностей гидроабразивной резки. Скорость гидроабразивной резки увеличится в 1,5 раза.

Абразив в полимерной оболочке должен обеспечить получение шероховатости поверхности $Rz = 60 - 80$ мкм. Так как с ростом толщины заготовки шероховатость поверхности реза в волнистой зоне увеличивается, то установлено требование по максимальной толщине разрезаемого материала 100 мм с использованием абразива в полимерной оболочке. Раскрой более толстых материалов возможен, но при этом качество поверхности будет ухудшаться. Такая же картина характерна и для случая применения гранатового песка. Производителями оборудования и исследователями в области гидроабразивной резки установлено, что хорошему качеству соответствует параметру шероховатости $Rz 60 - 120$; удовлетворительному – $Rz 260 - 320$ [5 – 7].

Проведем сравнительный анализ качества гидроабразивной резки с применением гранатового песка mesh 80 (ЮАР) и абразива в полимерной оболочке. В качестве заготовки использовали стальной лист 9ХС толщиной 100 мм. Режимы резания давление $p = 4000$ атм, диаметр трубки $d = 1,02$ мм, расход абразива 400 г/мин.



Рисунок 1 - Тестовая деталь

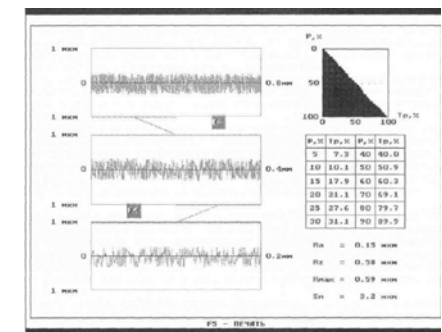


Рисунок 2 – Вид экрана монитора для исследования шероховатости

Вырезалась заготовка (рисунок 1) с использованием гранатового песка mesh 80 (ЮАР) и абразива в полимерной оболочке. После, чего проводились измерения качества поверхности с использованием профилометра-профилографа «АБРИС ПМ 7.2», позволяющем проводить исследование шероховатости поверхности (рисунок 2).

Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1 Результаты измерений качества поверхности

Абразивный материал	Шероховатость при S_{max}				Конусность $\Delta = b_{из} - b_e$	Глубина чистой зоны $h_{чист}$, мм	Величина отставания $l_{отст}$, мм (при S_{max})	Максимальная скорость резки S_{max} , мм/мин
	Ra, мкм	Rz, мкм	Максимальная высота неровностей R_{max} , мкм	Средний шаг неровностей S_m , мкм				
1. Гранатовый песок (ЮАР)	22 – 25	90 – 10	26 - 28	106 - 151	0,4	70	2...3	18...19
2. Абразив в полимерной оболочке (карбид кремния) (Россия)	18 – 20	72 – 80	20 - 22	100 - 110	0,35	80	2...2,5	18...19

По результатам измерений сделаны следующие выводы:

1. Шероховатость поверхности после резания гранатовым песком и абразивом в полимерной оболочке соответствует 3 классу шероховатости ($Rz = 1,8 - 3,2$ ГОСТ 2789-73)

2. Конусность реза абразивом в полимерной оболочке при скорости подачи 200 мм/мин меньше, чем при использовании гранатового песка при той же подаче.

3. Величина отставания струи $l_{отст}$ несколько меньше при резании абразивом в полимерной оболочке, чем гранатовым песком. Это связано с тем, что абразивная способность и прочность абразивного зерна из карбида кремния выше граната. Это позволяет увеличить скорость резания на 10 % и обеспечить качество сапостовимое с использование гранатового песка при меньшей производительности.

Список литературы

1. Галиновский, А.Л. Минимизация технологической себестоимости гидроабразивного резания с учетом стоимостных и технологических параметров процесса обработки [Текст] / А.Л. Галиновский, В.А. Тарасов, В.М. Елфимов // Известия высших учебных заведений «Машиностроение». - 2011. - №4. - с. 46 - 54.

2. Барсуков, Г.В. Исследование режущей способности наномодифицированного абразива из отходов цветного производства для гидроабразивного резания материалов [Текст] / Барсуков Г.В., Кожус О.Г. // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2016. – №. 2. – С. 79-86.

3. Barsukov G., Zhuravleva T., Kozhus O. Increasing Of Efficiency Of Environmentally Friendly Technology Of AWJ Of A Glass Fiber Plastic // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2017. – Т. 50. – №. 1. – С. 012001.

4. Barsukov G., Zhuravleva T., Kozhus O. Quality of Hydroabrasive Waterjet Cutting Machinability // Procedia Engineering. – 2017. – Т. 206. – С. 1034-1038.

5. Степанов, Ю. С. Разработка технологических приемов раскроя деталей из стеклотекстолита гидроабразивной струей [Текст] / Степанов Ю.С., Барсуков Г.В., Журавлева Т.А., Кожус О.Г. // Вестник Рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П.А. Соловьева. – 2017. – №. 2. – С. 267-274.

6. Барсуков, Г.В. Разработка технологии модификации вторичных техногенных абразивных материалов для гидроабразивного резания / Г.В. Барсуков, А.А. Александров, К.Ю. Фроленков // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – № 3–2. – 2013. – С. 82 – 90.

7. Барсуков, Г.В. Определение производительности гидроабразивного резания с учетом характеристик абразивного зерна / Г.В. Барсуков, А.В. Михеев // Справочник. Инженерный журнал. – 2008. – № 1. – С. 9 – 14.

ПРИНЦИП РАБОТЫ НАНОЗОНДА СКАНИРУЮЩЕГО МИКРОСКОПА

*Барчуков Дмитрий Анатольевич, к.т.н., доцент,
зав. кафедрой «Технология металлов и материаловедение»
(e-mail: bda@mail.ru)*

*Слободян Степан Михайлович, д.т.н., профессор
(e-mail: sms_46@ngs.ru)*

*Карелин Андрей Вячеславович, уч. мастер
(e-mail: virlab@inbox.ru)*

Тверской государственный технический университет

Недостаточная точность оценки координат положения игл при сканировании является причиной их жестких контактов с выступами неравномерности исследуемой поверхности [1–3]. Актуальной задачей является создание устройства, позволяющего в реальном времени компенсировать повышенный износ и повреждение игл, требующих их замены.

На рис. представлена функциональная схема нанозонда сканирующего микроскопа [4].

Нанозонд сканирующего микроскопа состоит из рабочего элемента 1, выполненного в виде однослойной углеродной нанотрубки, консоли 2, жестко закрепляемой в держателе 3, являющимся опорной частью нанозонда, датчика 4 частоты собственных колебаний консоли и оптического датчика 5 движения консоли. Датчик частоты собственных колебаний консоли, в частном случае, выполнен из пьезоэлектрического элемента, который одним концом закреплён на консоли, а вторым – прикреплен к держателю. Оптический датчик движения консоли, жестко закреплённый на держателе

ле, связан оптически (лазерным лучом) со свободным концом консоли. В окрестности конца консоли размещена углеродная нанотрубка и привод 6 рабочего элемента, в котором размещена углеродная нанотрубка. Блок 7 формирования сигнала рассогласования положения нанотрубки, связанный электрически с датчиком частоты собственных колебаний консоли и оптическим датчиком движения консоли, выполнен по схеме решающего логического устройства.

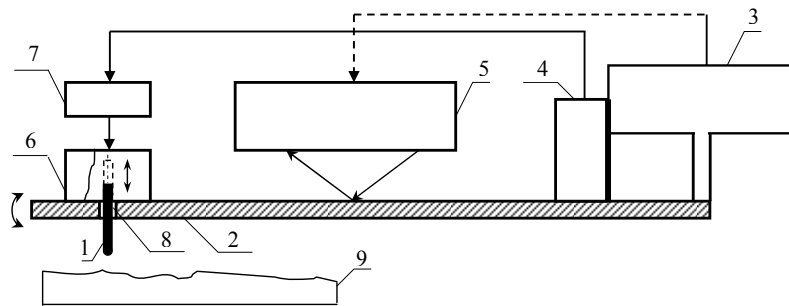


Рис. Функциональная схема нанозонда сканирующего микроскопа.

(1 – рабочий элемент; 2 – консоль; 3 – держатель; датчик частоты собственных колебаний; 5 – оптический датчик движения консоли; 6 – привод рабочего элемента; 7 – блок формирования сигнала рассогласования положения нанотрубки; 8 – отверстие в консоли; 9 – исследуемая поверхность)

Выработка сигнала о необходимости смещения (показано двухсторонней стрелкой) приводом нанотрубки, формируется на основе сопоставления информации об изменении выходных сигналов датчика частоты собственных колебаний консоли и оптического датчика движения консоли. Привод нанотрубки, установлен (показано в разрезе) соосно с отверстием проходного канала нанотрубки в окрестности свободного конца консоли. Отверстие 8 на свободном конце консоли является проходным – направляющей перемещения нанотрубки, ортогональной к консоли. Отверстие (показано пунктиром в 6) на свободном конце консоли вкупе с приводом нанотрубки предотвращает её смещение в плоскости консоли, одновременно позволяя перемещать (показано двухсторонней стрелкой в 6) по длине и положению нанотрубку в ортогональной плоскости к поверхности консоли. При изгибе консоли (направления изгиба показаны криволинейной стрелкой) нанотрубка и привод смещаются с областью их крепления совокупно с перемещением свободного конца консоли.

Оптический датчик движения консоли, жёстко закреплённый на держателе и связанный оптически со свободным концом консоли, и нанотрубкой, непрерывно отслеживает положение нанотрубки относительно исследуемой

поверхности. Определение отклонения от принятого размера зазора взаимодействия нанотрубки с поверхностью 9 основано на контроле отклонения луча полупроводникового лазера, отраженного от кончика торца нанотрубки. Данные координат положения нанотрубки оптический датчик движения консоли передает в блок формирования сигнала рассогласования положения нанотрубки, связанный электрически с приводом, совместно с сигналом датчика частоты собственных колебаний консоли, управляющей перемещением нанотрубки при необходимости.

Нанозонд сканирующего микроскопа работает следующим образом [4].

В начале работы вручную или электронной системой сканирующего микроскопа нанозонд «грубо» подводится к поверхности. Зонд начинает взаимодействовать с поверхностью при их сближении на расстояние менее сотен нанометров. Затем перемещение нанозонда вдоль поверхности осуществляется более точным устройством, обеспечивающим сканирование поверхности нанотрубкой. При точном сканировании углеродная нанотрубка движется над поверхностью. Информационный параметр сигнала, снимаемого с нанотрубки, определяется типом зондовой микроскопии. Например, в туннельной микроскопии по одной из методик туннельный ток поддерживается стабильным за счёт обратной связи, показания же оптического датчика движения консоли меняются в зависимости от топографии поверхности. Эти изменения регистрируют; на их основе строят карту высот поверхности. Другая методика предполагает движение нанотрубки на фиксированной высоте над поверхностью. В этом случае регистрируют изменение тока. Его значения служат основой построения топографии поверхности. Можно утверждать, что принцип работы нанозонда сканирующего микроскопа основан на регистрации взаимодействия между поверхностью и нанотрубкой.

В описываемом зонде в качестве рабочего элемента используется однослойная углеродная нанотрубка, установленная на свободном, не закреплённом конце консоли, называемой часто кантилевером. Сила, действующая со стороны поверхности, приводит к изгибу консоли с соответствующим смещением нанотрубки. Появление выбросов или впадин поверхности под нанотрубкой приводит к изменению силы, действующей на зонд, и изменению изгиба консоли. Таким образом, регистрируя значение изгиба консоли, можно сделать вывод о рельефе поверхности.

В зависимости от характера действия силы между свободным концом консоли и исследуемой поверхностью различают три режима взаимодействия нанотрубки микроскопа: контактный, полуконтактный и бесконтактный. Принцип действия зонда рассмотрим в наиболее «тяжёлых» для углеродной нанотрубки режимах сканирования с актами прямого контакта углеродной нанотрубки с поверхностью. Эти режимы отличаются наличием динамического и ударного воздействия, ведущих к ускоренной до катастроф деструкции игл зонда.

В контактном режиме взаимодействия нанотрубки с поверхностью микроскоп является аналогом профилометра. Сканирование зондом осуществляется, как правило, в режиме постоянной силы, когда оптический датчик движения консоли и встроенный в систему обратной связи датчик частоты собственных колебаний консоли оценивают значение изгиба консоли и частоту вынужденных её колебаний под действием неравномерного рельефа поверхности. В этом случае свободный конец консоли, с закреплённой на нём углеродной нанотрубкой, перемещается на некоторой средней высоте над поверхностью. Изгиб консоли, одним концом закреплённой в держателе, пропорционален силе, действующей со стороны поверхности на углеродную нанотрубку, установленную на свободном, безопорном втором конце консоли. Работа нанозонда в полуконтактном режиме практически повторяет алгоритм работы в контактном режиме. Полуконтактный режим отличается от контактного существенно меньшим числом, в том числе и ударных, соприкосновений нанотрубки с поверхностью.

В контактном режиме применения непосредственное механическое взаимодействие известных вариантов зонда с поверхностью часто приводит к поломке зондов и разрушению, особенно биологической, поверхности в процессе сканирования. Прочность, упругость и износоустойчивость углеродных нанотрубок способна существенно повысить точность измерения и надёжность (равносильно продлению живучести) нанозонда.

При износе или обломе углеродной нанотрубки предлагаемое решение обеспечивает возможность наноразмерного смещения углеродной нанотрубки в зависимости от типа привода по длине и положению в ортогональной и тангенциальной плоскости к поверхности консоли. При изгибе консоли нанотрубка и привод смещаются совокупно с областью их крепления, а именно, с перемещением свободного конца консоли.

При работе в бесконтактном режиме пьезоэлемент датчика частоты собственных колебаний консоли принудительно возбуждает колебания углеродной нанотрубки зонда на некоторой частоте (лучше резонансной). Амплитуда и фаза собственных и вынужденных колебаний углеродной нанотрубки зонда выделяется датчиком частоты собственных колебаний консоли и оптическим датчиком движения консоли, выходные сигналы которых поступают на блок формирования сигнала рассогласования положения углеродной нанотрубки, связанного электрически с приводом. При равенстве этих сигналов в блоке формирования сигнала рассогласования положения нанотрубки они компенсируют друг друга. При неравенстве и наличии прироста сигнала оптического датчика движения консоли, вызванного воздействием рельефа поверхности, блок выделяет рассогласование как полезный сигнал. Амплитуда и фаза этого сигнала находятся в прямой зависимости от силы, действующей со стороны исследуемой поверхности. Таким образом, выделяемый в блоке формирования сигнала рассогласования положения углеродной нанотрубки, сигнал рассогласования служит основой принятия решения в реальном времени.

Таким образом, предлагаемое устройство нанозонда может быть использовано в системах сканирующей микроскопии для управляемого сканирования и коррекции износа рабочего элемента зонда в широком диапазоне (более порядка) изменения длин, скоростей и мер износа, путём управления положением углеродной нанотрубки и параметрами режимов сканирования нанотрубкой в реальном времени.

Регулировкой зазора между торцом углеродной нанотрубки и поверхностью создаются наилучшие условия реализации того или иного метода измерения, который принят в данном типе сканирующей зондовой микроскопии. Наличие подвижного положения углеродной нанотрубки регулируемой длины рабочего элемента зонда для управляемого воздействия на величину зазора между нанотрубкой и поверхностью с равным длине углеродной нанотрубки размером регулирования позволяет предотвращать основные проблемы, связанные с жесткими контактами, отсутствием контроля состояния кончика зонда и возникновением актов разрушения или затупления.

В отличие от известных устройств зонда [1–3], в которых общее время сканирования ограничено временем порядка десятка минут, для предлагаемого зонда время сканирования определяется износом полной длины углеродной трубки, превышающей на два порядка и более длину известных игл зонда.

Технический результат, целью которого является повышение точности и надёжности зонда, достигнут путём введения однослойной углеродной нанотрубки в качестве рабочего элемента с контролем её положения и управления перемещением в реальном времени взаимодействия.

Практическое использование предлагаемого нанозонда возможно во всех типах сканирующей зондовой микроскопии; его применение, обеспечивая стабильность параметров микроскопов, повышает точность и достоверность получаемых результатов [4].

Список литературы

1. Пат. 2289862 Российская Федерация, МПК G12B21/02. Зонд для сканирующей емкостной микроскопии / Быков В.А., Быков А.В., Мягков И.В., Трегубов Г.А., Поляков В.В. Оpubл. 20.12.2006, Бюл. № 35. 4 с.
2. Franz J. Giessibl, High - speed force sensor for force microscopy and profilometry utilizing a quartz fork, Applied Physics Letters, 1998, Volume 73, No. 26, p. 3956-3958; Appl. Phys. Lett. 1999, Volume 74, p. 4070.
3. Atomic Force Microscopy in Molecular and Cell Biology. Editors: Cai J. (Ed.). Singapore: Springer Singapore. 2018. 235 p.
4. Пат. 2687180 Российская Федерация, СПК G01Q 70/12. Нанозонд сканирующего микроскопа / Барчуков Д.А., Слободян С.М. Оpubл. 07.05.201, Бюл. № 13. 6 с.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ТЕРМИЧЕСКОМУ ЦИКЛУ
СВАРКИ ХРОМНИКЕЛЕВЫХ СТАЛЕЙ АУСТЕНИТНОГО
КЛАССА ИЗ УСЛОВИЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПОТЕРИ
СТОЙКОСТИ ПРОТИВ МЕЖКРИСТАЛЛИТНОЙ КОРРОЗИИ**

*Барчуков Дмитрий Анатольевич, к.т.н., доцент,
зав. кафедрой «Технология металлов и материаловедение»
(e-mail: bda@mail.ru)*

*Слободян Степан Михайлович, д.т.н., профессор
(e-mail: sms_46@ngs.ru)*

*Карелин Андрей Вячеславович, уч. мастер
(e-mail: virlab@inbox.ru)*

Тверской государственный технический университет

Хромоникелевые стали аустенитного класса приобретают высокий уровень свойств после быстрого охлаждения с температур 1 050...1 100°C. В металле фиксируется состояние аустенита, растворившего повышенное для комнатной температуры количества углерода. Последующий нагрев стали в определённую область температур способствует образованию карбидов хрома, выделяющихся в основном вблизи границ зёрен. Твёрдый раствор хрома в железе в этом месте обедняется углеродом и хромом. Неоднородность состава (карбиды, твёрдый раствор, обеднённый хромом у границ зёрен и нормальный в центре зерна, с различными электрохимическими потенциалами) способствует развитию коррозии от поверхности внутрь металла по границам зёрен [1, 2].

Схематическая зависимость появления склонности к такой межкристаллитной коррозии в результате длительности воздействия на металл различных температур показана на рис. 1.

Сварные соединения, обладающие необходимой стойкостью к межкристаллитной коррозии, можно получить, исключив условия выделения карбидов хрома в металле зоны термического влияния. В связи с изложенным, одной из основных задач являются обоснование и расчёт таких режимов сварки, которые позволили бы избежать потери коррозионной стойкости металлом ЗТВ. Это достигается при охлаждении металла ЗТВ со скоростями, превышающими критическую $\omega_{кр}$ (рис. 2).

На величину $\omega_{кр}$ оказывает большое влияние химический состав стали (рис. 3).

Построение кривой охлаждения различных участков металла сварного соединения может быть выполнено кусочно-литейным методом. В этом случае кривая охлаждения строится следующим образом. Определяется мгновенная скорость охлаждения при температурах 1 100 и 1 000°C. Обе скорости суммируются, и определяется средняя скорость охлаждения $\omega_{ср}$ в интервале температур 1 100...1 000°C.

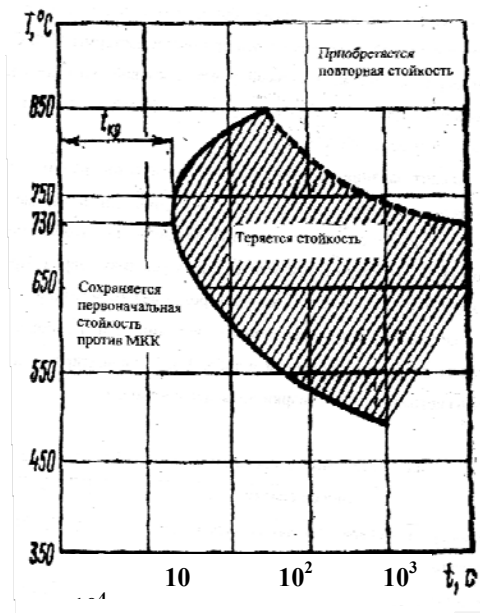


Рис. 1. Склонность стали к межкристаллитной коррозии в зависимости от температуры нагрева и времени выдержки

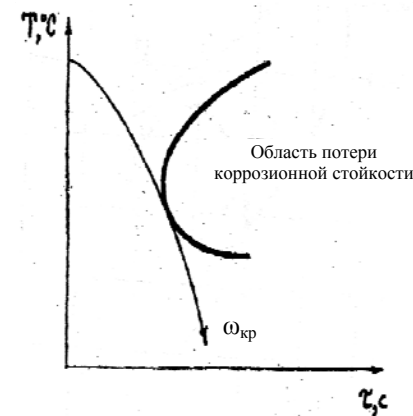


Рис. 2. Зависимость потери коррозионной стойкости от температуры, времени и скорости охлаждения

Мгновенная скорость охлаждения при однопроводной сварке пластин встык со сквозным проплавлением определяется по формуле

$$\omega = \frac{2\pi\lambda c\gamma(T - T_0)^3}{q / (V\delta)^2}, \quad (1)$$

где T – температура, при которой определяется мгновенная скорость охлаждения; T_0 – температура изделия перед сваркой; q – эффективная мощность источника нагрева, кал/с; V – скорость сварки, см/с; δ – толщина свариваемого металла, см; λ , c , γ – теплофизические характеристики свариваемой стали.

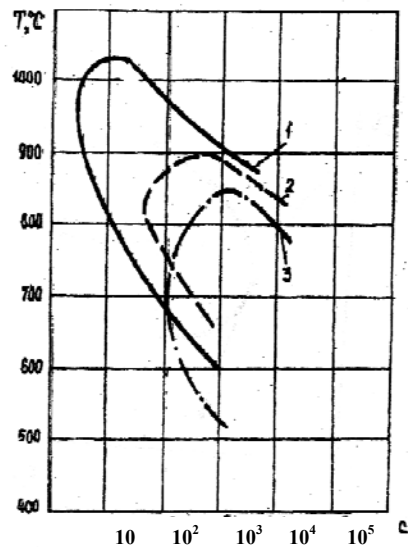


Рис. 3. Температурно-временные границы потери стойкости к межкристаллитной коррозии нержавеющей сталей:

1 – Сталь X18H19; 2 – Сталь X18H10T; 3 – Сталь X18G9H5

Далее находится время охлаждения металла с 1 100 до 1 000°C:

$$\tau = \frac{1100 - 1000}{\omega_{cp}} \quad (2)$$

Это время откладывается на оси абсцисс, и восстанавливается перпендикуляр до изотермы 1 000°C. Полученная точка соединяется с точкой пересечения оси ординат и изотермы 1 100°C. Таким образом, строится пер-

вый участок кривой охлаждения. Аналогично строятся следующие участки кривой в интервале температур 1 000...900°C и т.д.

Список литературы

1. Багрянский, К.В. Теория сварочных процессов / К.В. Багрянский, З.А. Добротина, К.К. Хренов. Киев: Вища школа, 1976. 424 с.
2. Петров, Г.Л. Теория сварочных процессов / Г.Л. Петров, А.С. Тумарев. М.: Высшая школа, 1977. 392 с.
3. Сварка в машиностроении: справочник в 4 т. Т. 1 / редкол.: Г.А. Николаев (предис.) [и др.]; под ред. Н.А. Ольшанского. М.: Машиностроение, 1978. 504 с.

УДК 621.9.025.7

ФОРМИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ИНСТРУМЕНТОМ С ПОКРЫТИЕМ И БЕЗ ПОКРЫТИЯ ИЗ КАРБИДА НИОБИЯ

Белов Анатолий Николаевич

Самарский государственный технический университет, Россия

Представлены некоторые результаты, установленные в процессе резания титанового сплава BT8 инструментом с покрытием из карбида ниобия и без покрытия. Дан анализ и расчет остаточных деформаций, возникающих в поверхностном слое изделия.

Ключевые слова: титановый сплав, карбид ниобия, деформации

При обработке резанием деталей из титановых сплавов параметры поверхностного слоя формируются в результате воздействия сил резания (силового поля) и температуры (температурного поля); фазовые и структурные изменения в поверхностном слое в этом случае маловероятны.

При обработке деталей из мало пластичных титановых сплавов образуется резко элементная стружка. Образованию каждого элемента предшествует сдвиг с почти полным нарушением связей между основным металлом и элементом. Указанное нарушение (опережающая трещина) служит своеобразным барьером от дополнительного воздействия на частицы поверхностного слоя напряженного состояния стружки. Кристаллические зерна металла претерпевают при этом упругую и пластическую деформации растяжения в направлении вектора скорости резания. Трение по задней поверхности режущего инструмента также в свою очередь способствует растяжению зерен поверхностного слоя металла. В поверхностном слое изделия возникает напряженное поле, которое можно условно разделить на две зоны [1]. В первой зоне главное напряжение – радиально сжимающее. Во второй – радиальное напряжение растягивающее. Границей этих зон является режущая кромка инструмента. Таким образом, при резкоэлементной стружке, частицы металла в подповерхностном слое, определенным образом ориентированные в районе режущей кромки инструмента (в первой зоне) сохраняют ориентацию, переходя под режущую кромку, и

формируют поверхностный слой изделия. Чем отчетливее выражена элементность стружки, тем больше вероятность формирования благоприятных остаточных напряжений сжатия [1],[2].

В связи с тем, что угол между осью максимального удлинения частиц и вектором скорости менее 45° , обработанная поверхность стремиться к увеличению своей площади. Этому препятствует упруго-напряженный слой металла в глубине, с которым пластически деформированный слой остается связанным. Поэтому поверхностный слой не может увеличить свою поверхность в такой степени, как при отсутствии сопротивления нижележащего недеформированного слоя.

В результате поверхностный слой в зоне резания тепло мгновенно прогревает тонкие поверхностные слои металла до высоких температур, что вызывает увеличение его объема. Этому процессу препятствует менее нагретые участки металла, и на первом этапе возникают временные напряжения сжатия. После прекращения воздействия режущего инструмента происходит быстрое охлаждение и поверхностные слои оказываются растянутыми, а в нижележащих слоях возникают уравнивающие их напряжения сжатия.

Любая из перечисленных выше причин (силовое поле или температурное) может определять величину и характер распределения остаточных деформаций.

Процесс формирования остаточных деформаций и, соответственно, напряжений, является чрезвычайно сложным процессом, в котором принимает участие большое количество одновременно действующих факторов. К ним относят: силы, действующие по передней и задней поверхностям инструмента, стружкообразование, контактные процессы, тепловыделение и т.д.

Интересующие нас величины остаточных деформаций были рассчитаны по формуле, учитывающей большое количество составляющих величин и коэффициентов, в частности: режимы резания, модуль сдвига материала, условный предел текучести, величины сил и температур, коэффициенты температуропроводности, теплопроводности, термического линейного расширения, Пуассона, значения модуля упругости и некоторых других показателей.

В общем случае упрощенное выражение формулы для расчета остаточных деформаций можно представить в следующем виде:

$$\varepsilon_{\text{ост}} = \varepsilon_{\text{Г ост}} - \varepsilon_{\Theta},$$

где $\varepsilon_{\text{ост}}$ – остаточные деформации; $\varepsilon_{\text{Г ост}}$ – деформации от действующих сил; ε_{Θ} – деформации от воздействия температуры

В таблице 1 представлены результаты расчета для инструмента без покрытия; в таблице 2 – для инструмента с покрытием из карбида ниобия,

где: h_i – текущее значение глубины упрочненного слоя; $\varepsilon_{\text{Г ост}}$ – величина остаточных деформаций от силового воздействия; $\Theta, ^{\circ}\text{C}$ – температура де-

формации; ε_{Θ} температурные деформации; $\varepsilon_{\text{ост}}$ – величина суммарных остаточных деформаций.

Таблица 1

$h_i, \text{мм}$	$\varepsilon_{\text{Г ост}}$	$\Theta, ^{\circ}\text{C}$	ε_{Θ}	$\varepsilon_{\text{ост}}$
0,005	1,2059	510	0,0071	1,1987
0,01	0,4019	390	0,0050	0,3969
0,02	0,0003	200	0,0026	-0,0027
0,03	-0,1130	170	0,0022	-0,1152
0,35	-0,1710	150	0,0019	-0,1729

Таблица 2

$h_i, \text{мм}$	$\varepsilon_{\text{Г ост}}$	$\Theta, ^{\circ}\text{C}$	ε_{Θ}	$\varepsilon_{\text{ост}}$
0,005	1,2524	400	0,0054	1,2469
0,01	0,4110	270	0,0036	0,4073
0,02	0,0105	110	0,0014	-0,0119
0,03	-0,1236	90	0,0007	-0,1243
0,35	-0,1917	80	0,0006	-0,1923

Как следует из представленных данных, величины остаточных деформаций на глубине 0,005 мм достигают больших значений.

С удалением вглубь изделия остаточные деформации резко уменьшаются по своей величине, и на глубине 0,018...0,019 мм изменяют свое направление. Отметим при этом, что значение $\varepsilon_{\text{ост}}$ для обоих видов инструмента очень близки между собой и несколько больше для инструмента с покрытием из карбида ниобия.

Таким образом, анализируя данные, полученные при исследовании контактных явлений в зоне резания [3], процесса стружкообразования [4], тепловой и силовой ситуации [5], можно процессу формирования поверхностного слоя при обработке титановых сплавов дать следующую трактовку. Известно, что при обработке титановых сплавов резанием возникает резко-элементная стружка. Это явление обусловлено внутренним строением титановых сплавов. Как уже отмечалось, формирование остаточных деформаций за счет силового воздействия, связано с двумя факторами: направленностью деформации в подповерхностном слое и дополнительным воздействием срезаемого слоя. Поэтому, усиление элементности, что является показателем нарушения связи стружки с основным металлом, снижает роль воздействия со стороны стружки. Следовательно, все явления, которые способствуют более четкому элементообразованию усиливает первичную деформацию частиц в подповерхностном слое, что приводит к формированию остаточных напряжений сжатия большей интенсивности.

Для инструментов, покрытых карбидом ниобия (толщина покрытия – 8...10 мкм, микротвердость H_{μ} 2500-3000) при обработке титановых сплавов характерны: снижение коэффициента трения в зоне резания, следствием чего является снижение температуры процесса; уменьшение длины

контакта; увеличение угла сдвига; уменьшение усадки стружки. Все эти явления, в конечном счете, оказывают непосредственное воздействие на процесс стружкообразования, а именно: усиливают элементность стружки при обработке. Последнее содействует увеличению остаточных напряжений сжатия, что подтверждается прямыми исследованиями.

Покрытие инструментальных твердых сплавов износостойкими покрытиями получило очень широкое применение. Наши исследования подтвердили целесообразность покрытия твердосплавного инструмента карбидом ниобия для случая обработки не только титановых сплавов, но и широко применяемых марок сталей и чугуна.

Существенным, как установлено нашими исследованиями, является улучшение качества обработанной поверхности, что особенно важно для деталей, работающих в условиях знакопеременных нагрузок, и ожидаемое повышение надежности и долговечности.

Список литературы

1. Кравченко Б.А., Митряев К.Ф. Обработка и выносливость высокопрочных материалов. - Куйбышев: Куйбыш. книжн. изд-во, 1968. - 130 с.
2. Кравченко Б.А. Силы, остаточные напряжения и трение при резании металлов. - Куйбышев: Куйбыш. книжн. изд-во, 1972. - 178 с.
3. Белов А.Н. Влияние покрытия карбидом ниобия твердосплавного инструмента на контактные явления в зоне резания // Сборник материалов науч.-техн. конференции «Высокие технологии в машиностроении». Самара: СамГТУ. 2016
4. Сравнительный анализ процесса стружкообразования при точении титанового сплава ВТ8 // Вестник СамГТУ. Серия «Технические науки». №1(45). Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2015.
5. Исследование силовых зависимостей при точении материалов инструментом с покрытием из карбида ниобия // Актуальные проблемы автотранспортного комплекса: межвуз. сб. науч. статей (с междунар. участием). Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2018.

КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ШЛИФОВАННЫХ КАРБИДОКРЕМНИЕВЫХ ПЛАСТИН

Бишутин Сергей Геннадьевич, д.т.н., профессор,

Алехин Сергей Сергеевич, аспирант

Брянский государственный технический университет, Брянск, Россия

(e-mail: nad-bisch@yandex.ru)

Исследовано влияние основных факторов процесса финишной алмазно-абразивной обработки пластин из карбида кремния на качество их поверхностных слоев. Показаны пути уменьшения толщины дефектного поверхностного слоя пластин.

Ключевые слова: алмазное шлифование; карбид кремния; дефектный поверхностный слой.

Для изготовления большинства современных полупроводниковых приборов на основе карбида кремния требуются монокристаллические пластины. В процессе алмазно-абразивной обработки таких пластин их поверхностные слои подвергаются деформации и изменяют свою кристаллическую структуру в результате ударного воздействия абразивных зёрен на обрабатываемую поверхность. Такие слои называют поверхностными дефектными слоями. Чрезмерная величина дефектного слоя оказывает существенное влияние на электрофизические характеристики полупроводниковых приборов, что в свою очередь приводит к снижению их работоспособности и долговечности [1,2]. Присутствие микропор на поверхности керамики также способно привести к ухудшению характеристик в приборах на основе карбида кремния, а именно к уменьшению пробивных напряжений, наряду с увеличением токов утечки. В этой связи актуальной задачей становится минимизация толщины дефектных поверхностных слоев пластин из карбида кремния.

На основании анализа опыта зарубежных и отечественных ученых в области финишной абразивной обработки пластин из карбида кремния была проведена серия экспериментов по их шлифованию с последующим изучением получаемых микроструктур на современном измерительном оборудовании. Режимы обработки и условия проведения экспериментов представлены в таблице.

По завершению процесса абразивной обработки была изучена структура дефектного поверхностного слоя, а также микропрофиль обработанной поверхности образцов из карбида кремния на специализированном, исследовательском оборудовании (оптический лабораторный микроскоп «Olympus BX 43»; растровый электронный микроскоп Jeol JSM 6610; цифровой 3-D микроскоп VHX-1000E).

Таблица – Условия проведения экспериментов

Номер образца	Маршрут и режимы обработки					
	Этап обработки	Абразив	Скорость вращения притира, мин ⁻¹	Время обработки, ч	Масса дополнительного груза, кг	Материал притира
1	1	АСМ 60/40 ПОМ	50	1,2	4,8	Сталь 45
	2	АСМ 40/28 ПОМ	30	1,5	4,8	
2	1	АСМ 60/40 ПОМ	28	1	0	Стекло листовое бесцветное
				3,8	4,8	
	2	АСМ 40/28 ПОМ	35	2,5	4,8	
	3	АСМ 28/20 ПОМ	35	2,3	4,8	
24			1	0		
3	1	АСМ 60/40 ПОМ	50	1,2	2,5	
	2	АСМ 40/28 ПОМ		1,2	2,5	

Микрофотографии поверхностных дефектных слоев образцов представлены на рисунках 1–3.

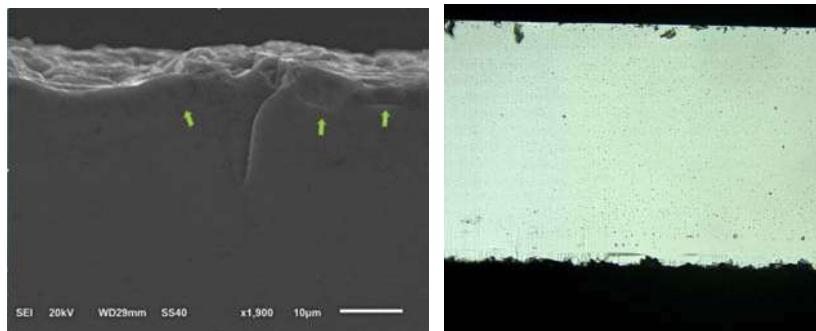


Рис. 1 Микрофотографии дефектного поверхностного слоя первого образца (стрелки указывают на микротрещины и лунки, возникающие в ходе алмазного шлифования)

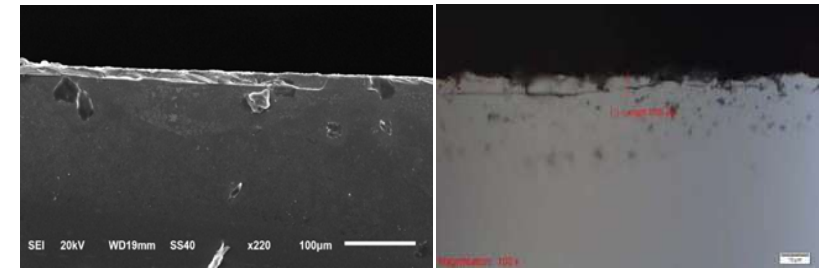


Рис. 2 Микрофотографии дефектного поверхностного слоя второго образца

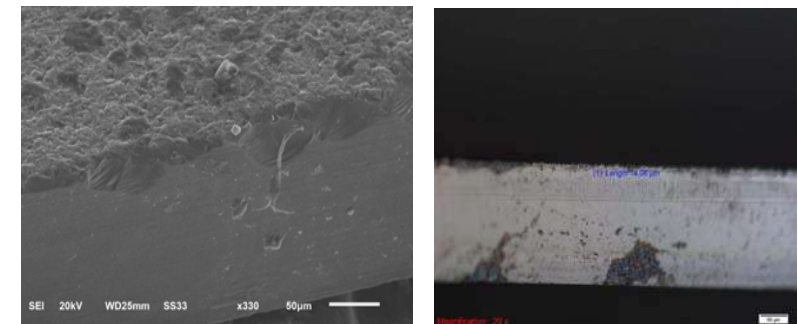


Рис. 3 Микрофотографии дефектного поверхностного слоя третьего образца

С помощью измерительного оборудования были выполнены замеры толщины дефектного слоя: для первого образца значение составило 13-23 мкм, второго 8,5-10,5 мкм и третьего 14-20 мкм. Меньшая толщина поверхностного слоя второго образца связано с увеличением числа этапов финишной абразивной обработки, которые сопровождалось постепенным уменьшением зернистости применяемой абразивной пасты.

Среди основных повреждений карбидокремневых образцов после алмазного шлифования можно выделить сколы и трещины (глубинные и подповерхностные). Большинство микротрещин, возникающих в результате вытеснения зерна карбида кремния, локализовались вдоль границ самих зерен. Таким образом, результаты проведенного исследования указывают на то, что удаление стружки с поверхности карбида кремния обусловлено смещением зерен керамического материала или боковым расстрескиванием вдоль границ зерен.

Значительное число микротрещин на первом образце связано с увеличением массы дополнительного груза, установленного на планшайбу с пластинами, и использованием крупнозернистой пасты. Совокупность этих двух факторов без введения дополнительных технологических этапов обработки мелкозернистыми пастами с меньшим нагружением способны вы-

звать появление глубинных трещин в карбид кремниевой структуре и отрицательно сказаться на качестве выпускаемой продукции. Однако применение повышенной нагрузки на пластины позволяет повысить производительность обработки в несколько раз, но увеличивается риск возникновения дефектов в поверхностных слоях. При шлифовании третьего образца вес дополнительного груза составил 2,5 кг, что позволило исключить образование крупных глубинных трещин.

На основании полученных результатов можно утверждать, что величина дефектного слоя пластины уменьшается с увеличением числа этапов обработки, в ходе которых постепенно уменьшается зернистость применяемой алмазной пасты, и снижается масса дополнительного груза на планшайбу. Увеличение скорости вращения притира не вызывало значительных повреждений карбидокремниевых пластин, что является существенным резервом повышения качества и производительности алмазного шлифования.

Список литературы

1. Душко, О.В. Алмазное шлифование карбидокремниевой керамики для машиностроения: монография/ О.В. Душко, В.М. Шумячер. – Волгоград: ВолгГАСУ, 2009. – 80 с.

2. Бишутин, С.Г. Совершенствование технологии финишной абразивной обработки пластин из карбида кремния/ С.Г. Бишутин, С.С. Алехин// Вестник Брянского государственного технического университета. – 2018. – №5(66). – С. 9-13.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ГАЗА ОТ СЕРОВОДОРОДА

Бобылькова Ольга Михайловна, студент

филиал Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске

Сероводород – бесцветный газ со специфическим неприятным запахом. Это сильно ядовитый газ, человек улавливает запах при 0,001-0,002% по объему, даже при небольших концентрациях 0,2 - 0,3 мг/м³ наступает острое отравление, раздражает слизистую оболочку, а при больших концентрациях ядовит вплоть до смертельных исходов.

Очистка газа от сероводорода для России является актуальной темой, так как три крупных месторождения – Астраханского, Оренбургского и Карачаганакского содержат повышенное количество сероводорода. Ядовитый газ затрудняет добычу, переработку и транспортировку углеводородного газа, при контакте с металлами, особенно если в газе присутствует влага, сероводород вызывает сильную коррозию. Хотя это позволяет получить ценный и дефицитный продукт – серу.

Содержание сероводорода в газе не должно быть больше 20 мг/м³, поэтому газ очищают даже при малых количествах в нем сероводорода. Известно около 20 различных методов очистки газа от сероводорода, все они делятся на две группы: адсорбционные и абсорбционные методы очистки.

Абсорбционные способы характеризуются простотой, компактностью и дешевизной, степень очистки составляет 90-99% .

Таблица 1 – Содержание серы некоторых месторождений

Месторождение	Плотность, кг/м ³	Содержание серы, %(мас)
Уренгойское	746	0,01
Оренбургское	715	1,18
Астраханское	805	0,04
Карачаганакское	772	1,37
Газлинское	773	0,80
Соленинское	758	0,01

По характеру используемого абсорбента делятся на: хемосорбционные процессы, физической абсорбции, комбинированные и окислительные.

Хемосорбционный процесс характеризуется химическим взаимодействием H_2S и CO_2 с активным компонентом абсорбента. Абсорбентом в этом процессе выступают амины и щелочи. Широкое распространение получили процессы очистки аминами, при помощи которых образуются химические соединения, распадающиеся на исходные компоненты при повышении температуры и снижении давления. К процессам очистки аминами относят: МЭА- процесс, ДЭА-процесс, ДГА-процесс. Процессы, где в качестве абсорбента выступают щелочи, основаны на хемосорбционной активности водных растворов карбонатов калия и натрия, примером может служить поташ-процесс.

Физический процесс абсорбции основан на физическом растворении компонента газа в жидкости, определяемом законом Генри (объем поглощаемого компонента пропорционален его парциальному давлению). Абсорбентом являются гликоли, трибутилфосфат, сульфонат, метанол и др. Примерам могут служить процессы: ДЭГ, ТЭГ, Пуризол, Селексол, Сульфинол.

Комбинированный процесс обычно включает в себя смешанные поглотители (хемосорбенты и абсорбенты).

Окислительный процесс основан на превращении сорбентом сероводорода в элементарную серу.

Вторым методом очистки является адсорбция. В качестве адсорбента выступают активированный уголь или синтетические цеолиты. Данный метод основан на поглощении H_2S и CO_2 в порах твердых адсорбентов.

Применяется в тех случаях, когда требуется глубокая очистка газа. Недостатком данного метода является получение большого объема отработанного газа адсорбентов, утилизация и переработка которых представляет собой непростую проблему.

Выбор метода очистки зависит от многих показателей:

- количество очищаемого газа;

- содержание в газе CO_2 и O_2 ;
- требуемая степень очистки;
- содержание сероводорода;
- возможность утилизации H_2S ;
- общие технические условия.

При выборе метода очистки чаще всего предпочтение отдается абсорбционным методам, допускающее любое начальное содержание примесей в газе, а адсорбционные позволяют глубоко очистить газ при малых начальных содержаниях примесей.

По сравнению с адсорбционными методами абсорбционные более выгодны благодаря непрерывности процесса и возможности вести процесс под давлением. Установки более компактны и просты для большого количества газа.

Основной недостаток абсорбционных методов – это ограниченная степень очистки 85-99%, полностью газ сложно и дорого очистить.

При высоких парциальных давлениях предпочтение отдается абсорбционным методам. При средних парциальных давлениях – хемосорбционные и комбинированные методы. При низких – окислительные.

Самым важным параметром при любом методе очистки является выбор поглотителя. При выборе нужно обращать внимание на следующие требования: низкое давление насыщенного пара, способность поглощать кислые соединения, невысокая вязкость, низкая коррозионная активность, высокая стойкость к окислению.

Очистка газа окислительным способом позволяет извлечь серу, производство которой является весьма рентабельной за счет ее реализации.

Таким образом, очистка газа от сероводорода очень важный этап, который позволяет:

- предохранить оборудование от коррозии при переработки, транспортировке и использовании газа;
- получить очищенный газ без примесей;
- получать элементарную серу;
- иметь газ, который будет пригоден для бытового, промышленного и энергетического использования.

Список литературы

1. Сваровская Н.А. С 24 Подготовка, транспорт и хранение скважинной продукции: Учебное пособие. - Томск: Изд. ТПУ, 2004. - 268 с.
2. Транспорт скважинной продукции: учебное пособие / Н.В. Чухарева, А.В. Рудаченко, А.Ф. Бархагов, Д.В. Федин; Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. - 357 с.
3. Агабеков В.Е., Косяков В.К., Ложкин В.М. Нефть и газ. Добыча, комплексная переработка и использование Мн.: БГТУ, 2003. - 376 с
4. Сбор, подготовка и хранение нефти. Технология и оборудование. Учебное пособие. / А.Р. Хафизов, Н.В. Пестрецов, В.В. Чеботарев и др.; Под ред. А.Р. Хафизова, Н.В. Пестрецова, В.В. Шайдакова, 2002.

5. Смилович Е.В. Технология переработки нефти и газа. Ч. 2-я. Крекинг нефтяного сырья и переработка углеводородных газов. 3-е изд., пер. и доп. - М.: Химия, 1980 г. - 328 с.,

6. Рядов В.Д. Химия нефти и газа / - М.: Нефть и газ, 1998.- 373с.

УДК 62-335

ДВИГАТЕЛЬ FREEVALVE CAMLESS ПОВЫШЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Болтенков Алексей Юрьевич, студент

Белгородский государственный технологический университет,

г.Белгород, Россия

(e-mail: alesha.boltenkov@mail.ru)

В данной статье рассказывается про конструкцию инновационного двс без распределительных валов, его преимущества перед обычными двигателями и испытания на серийном автомобиле.

Ключевые слова: двигатель FreeValve, тарельчатые клапана, бескамерные двс, распредвал.

Легкий, недорогой и с уменьшенным трением, концепция двигателя FreeValve функционирует без распределительных валов и позволяет клапанам открываться и закрываться почти мгновенно. Серийный двигатель intent был установлен в концепт-каре Qogos 3.

Кристиан фон Кенигсегг создает одни из самых быстрых и технологически

продвинутых автомобилей, доступных с 1994 года. Его последнее творение-это дополнительный бизнес под названием FreeValve, который производит двигатель без распределительных валов.

Китайский люксовый автопроизводитель Qogos дебютировал двигателем в концепт-каре на Пекинском автосалоне в апреле 2016 года. Автомобиль с двигателем "Qamfree" был доставлен на сцену Qogos на автосалоне Гуанчжоу в ноябре.

Вращающийся распределительный вал (или два, на каждый блок цилиндров) приводит в действие клапаны в стандартном двигателе внутреннего сгорания. В двигателе FreeValve клапаны открываются и закрываются с помощью системы, включающей электронные исполнительные механизмы с пневматическим и гидравлическим управлением. И так бескамерный или бесклапанный поршневой двигатель - это двигатель, который имеет тарельчатые клапаны, управляемые с помощью электромагнитных, гидравлических или пневматических приводов вместо обычных кулачков.

Электрический импульс передается на соленоид клапана, заставляя клапан открываться. Сочетание воздушного и гидравлического давления стабилизирует открытие клапана, демпфируя любые колебания, вызванные соленоидом. Воздух и гидравлическое давление также определяют, на-

сколько широко открывается клапан. Когда электрический сигнал извлекается от соленоида, гидравлическое давление причиняет его закрыть.

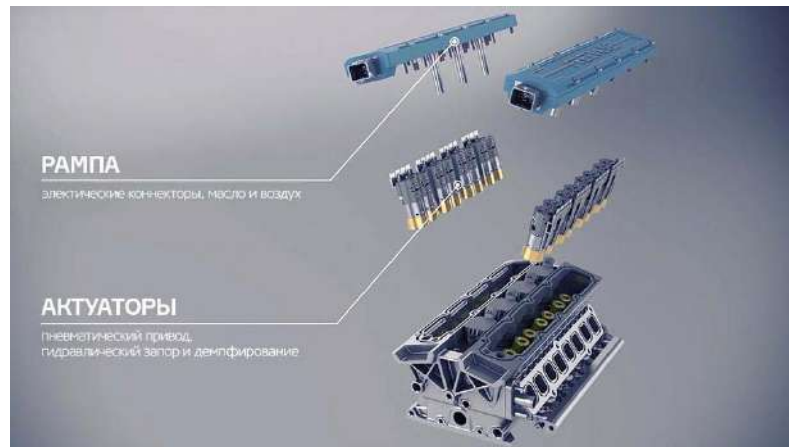


Рисунок 1 - Разобранный вид двигателя FreeValve

Когда распредвал открывает и закрывает клапан, профиль кулачка не позволяет клапану полностью раскрыться или закрыться сразу. По мере вращения кулачка подъемная сила, создаваемая лепестком кулачка, увеличивается до тех пор, пока клапан полностью не откроется, а затем клапан закрывается таким же образом.

С конструкцией FreeValve samless, клапан полностью открывается и закрывается почти мгновенно. Это позволяет получить гораздо более эффективную топливно-воздушную смесь.

Автопроизводители и поставщики, такие как Valeo и Eaton, экспериментировали с бескамерными двигателями на протяжении многих лет по ряду причин. Поскольку бескамерный двигатель имеет меньше движущихся частей, меньше трения. Меньшее трение означает необходимость меньшего количества энергии для преодоления этого трения.

Бескамерная конструкция также означает, что двигатель может быть меньше и легче, и поэтому он не должен работать так же трудно, чтобы преодолеть инерцию, когда автомобиль ускоряется. В целом, двигатель FreeValve / Qoros реализует снижение веса на 44 фунта. (20 кг), говорит автопроизводитель.

Двигатель FreeValve был установлен в хэтчбек Qoros 3, когда он был представлен на Пекинском шоу. С модификациями FreeValve 1,6-литровый турбированный двигатель смог добиться увеличения мощности на 47% до 230 л. с.; увеличения крутящего момента на 45% до 236 фунтов. (320 Нм); и снижение расхода топлива на 15%, говорится в сообщении компании.

Конструкция лепестков распределительного вала не позволяет полностью удалить все следы остатков от стандартных цилиндров двигателя. 4 клапана двигателя FreeValve в цилиндр-2 входа и 2 выхода-можно контролировать индивидуально, и немножко отличая конструкции портов выдоха каждого цилиндра, позволяют 100% избавиться от продуктов сгорания в двигателе.

Это значит, что объемную эффективность можно увеличить, и детонацию можно уменьшить или исключить на любом коэффициенте компрессии. Наконец, два впускных окна для каждого цилиндра имеют несколько различную конструкцию, чтобы обеспечить максимальную распыляемость топливоздушную смеси и, в свою очередь, максимальную инерцию впускного канала и более низкие внутренние температуры, говорит FreeValve. Конструкция порта способствует увеличению на 30% объемного КПД по сравнению с одно-и двухкамерными воздушными кулачковыми двигателями того же объема.

Поскольку все, что связано с сборкой распредвала, устранено, включая сборку ГРМ, шестерни, цепь / ремень и крышку, затраты на производство и установку также ниже. В двигателе FreeValve только один клапан на цилиндр питает турбокомпрессор. Это означает, что давление на выходе выхлопных газов можно регулировать более точно, чем при перепускной заслонке, и при этом отпадает необходимость в перепускной заслонке и связанных с ней средствах управления и водопровода.

Предварительный каталитический нейтрализатор также может быть устранен. При холодном запуске выпускные клапаны двигателя FreeValve могут быть открыты таким образом, чтобы обойти турбоагрегат, что приводит к более быстрому нагреву каталитического нейтрализатора.

Экономия также достигается в топливной системе двигателя FreeValve, так как двигатель использует впрыск через порт вместо более дорогостоящего прямого впрыска. Менее дорогие топливные насосы и регуляторы могут быть использованы, потому что функции впрыска порта с более низким давлением на топливной магистрали.

Одна из проблем с двигателями, оснащенными ремнями ГРМ, заключается в том, что при проскальзывании или обрыве ремня двигатель может получить серьезные внутренние повреждения. Этот недостаток исключен в двигателе FreeValve, потому что нет никакой связи агрегата с клапанами. Если система, управляющая клапанами, выходит из строя, двигатель просто останавливается, и клапаны остаются в полностью закрытом положении. Это означает отсутствие риска изогнутых клапанов или поврежденных поршней. Испытания приводов клапанов не показали никакого измеримого износа после сотен миллионов циклов, что дает им одинаковую продолжительность жизни текущего двигателя, говорит FreeValve.

«Этот серийный двигатель (в хэтчбеке Qoros 3 На выставке в Гуанчжоу) предлагает Qoros значительную экономию выбросов, стоимости и веса», - говорит генеральный директор FreeValve Урбан Карлсон. "Он также пред-

лагают новаторские преимущества для владельцев транспортных средств с точки зрения увеличения мощности и крутящего момента почти на 50% при одновременном фактическом снижении расхода топлива.»

Фон Кенигсегг, генеральный директор Koenigsegg Automotive и председатель совета директоров FreeValve, добавляет: «Это решение ближе к массовому производству технологии FreeValve, а также приближает нас к существенному сокращению выбросов (углекислого газа). Это будет усилено с последующим широким внедрением технологии FreeValve в автомобильной промышленности».

«Мы считаем, что в самом ближайшем будущем появление технологии FreeValve PHE (пневмогидравлический электропривод) будет представлять собой такой же большой переход, или больший, чем переход от карбюраторов к непосредственному впрыску».

Список литературы

1 Глезер, Г. Н. Автомобильные электронные системы зажигания / Г. Н. Глезер, И. М. Опарин. - М. : Машиностроение, 1977. - 144 с.

2 Григорьев, М. А. Очистка топлива в двигателях внутреннего сгорания / М. А. Григорьев, Г. В. Борисова. - М. : Машиностроение, 1991. - 208 с. - ISBN 5-217-01386-

3 <https://motor.ru>

УДК 62-335

INFINITI QX50: ПЕРВЫЙ АВТОМОБИЛЬ ОСНАЩЕННЫЙ ДВИГАТЕЛЕМ С ПЕРЕМЕННОЙ СТЕПЕНЬЮ СЖАТИЯ

Болтенков Алексей Юрьевич, студент

*Белгородский государственный технологический университет,
г. Белгород, Россия*

(e-mail: alesha.boltenkov@mail.ru)

В данной статье рассказывается про двигатель с изменяемой степенью сжатия, который разработала компания «Ниссан».

Ключевые слова: переменная степень сжатия, двигатель VC-T Infiniti, турбированный 4-х цилиндровый, эллиптическое устройство, мультилинк.

RHOENIX -- когда кроссовер Infiniti QX50 следующего поколения поступит в следующем году в качестве модели 2019 года, он будет оснащаться 2,0-литровым турбированным четырехцилиндровым двигателем, вводящего технологию, никогда не виданную раньше в обычном гражданском автомобиле: переменное сжатие.

Разрабатываемый в компании Nissan в течение 20 лет двигатель VC – T с переменной степенью сжатия имеет устройство, которое изменяет расстояние перемещения поршней в их цилиндрах на целых 6 мм, или около четверти дюйма.

Это идея, которую автопроизводители, такие как Saab, и разработчики двигателей, включая AVL, пытались усовершенствовать на протяжении многих лет. Причина: изменение коэффициента сжатия может привести к значительному повышению мощности и эффективности.

Шиничи Кига, главный инженер Nissan по силовым агрегатам, говорит, что двигатель VC-T Infiniti, как ожидается, обеспечит экономию топлива на 27 процентов по сравнению с исходящим 3,7-литровым V-6 QX50s. Двигатель VC-T рассчитан на 268 л. с. и 380 НМ крутящего момента. Кига говорит, что 2019 QX50 достигнет 60 миль в час почти на одну секунду быстрее, чем его четырехцилиндровые конкуренты.

Infiniti на прошлой неделе разрешил нескольким журналистам проехать на машинах первой сборки 2019 QX50s на тестовом треке компании. Мощь и утонченность VC-T впечатляли. Технология работает таким образом, чтобы сделать его невидимым для водителя. Здесь нет кнопок для нажатия, нет переключателей для поворота и нет странных звуков, вибраций или звуков-просто гладкая, обильная сила и приятное, с оттенком производительности рычание из под капота.

Как это работает

Поршни во всех современных автомобильных двигателях внутреннего сгорания перемещаются на одинаковое расстояние вверх и вниз в цилиндре, независимо от скорости и нагрузки транспортного средства. Поршни соединены со штоками, которые крепятся к коленчатому валу. Степень

сжатия двигателя фиксирована и определяется количеством пространства над поршнями, когда они находятся в верхней части своего хода. Чем меньше пространство над поршнями, тем выше степень сжатия и тем больше мощность двигателя.

ПРИНЦИП РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИИ INFINITI VC-T С ВЫСОКОЙ И НИЗКОЙ СТЕПЕНЬЮ СЖАТИЯ



Рисунок 1

Компоновка двигателя Infiniti - это первое крупное изменение системы за более чем столетний период. Поршни в двигателе VC-T соединены со штоками, которые прикреплены к одному концу эллиптического устройства, которое Nissan называет многозвенным. Мультилинк установлен на коленчатом валу, куда обычно прикрепляют шатуны.

Другой конец многозвенной механической системы имеет короткий стержень, который соединен с валом. Электрически управляемый привод закручивает вал, заставляя мультилинк слегка наклоняться вверх или вниз. Когда конец мультилинка, ближайший к поршню, наклоняется вверх, поршень перемещается к верхней части цилиндра. То есть режим высокого сжатия, 14.1.

Когда мультилинк опрокидывает вниз, перемещение поршня в цилиндре останавливается прежде чем оно достигает верхнюю часть.

Это снижает степень сжатия до 8,1, но поскольку турбонагнетатель включается одновременно, мощность двигателя увеличивается. Турбонагнетатель нагнетает каждый цилиндр с более плотной смесью топлива и воздуха, которая увеличивает силу.

"Переменное сжатие решает извечную проблему компромисса", - говорит аналитик Дэйв Салливан из консалтинговой фирмы AutoPacific. "Перед автопроизводителями стоит задача соблюдения повы-

шенных норм выбросов и ужесточения стандартов экономии топлива, в то время как потребители хотят больше мощности. Они должны уменьшить компрессию, чтобы сделать всех счастливыми.

"Двигатель переменного сжатия Nissan должен успокоить энтузиастов, а также тех, кто обеспокоен экономией топлива."

Кига сказал, что Nissan уже давно известно, что его многозвенная механическая система переменного хода поршня будет не только работать, но и быть достаточно прочной для производственного двигателя. Причина 20-летней застоя заключается в том, что технология управления двигателем еще не была достаточно продвинутой для управления сложной системой.

"Технологии контроля помогли нам ускорить развитие", - сказала Кига.

Двигатель использует почти все передовые технологии, найденные в современных производственных двигателях. В дополнение к турбонагнетателю, VC-T имеет как обычный, так и непосредственный впрыск топлива, переменное время газораспределения и систему охлаждения с четырьмя контурами. Все эти системы обеспечивают ввод данных в компьютер двигателя, который управляет быстро вращающимся электродвигателем, который управляет рычагом привода, который изменяет ход поршня. VC-T добавляет цену но более менее дорог чем двигатель Дизеля.

Двигатель VC-T, говорит Кига, примерно на 10 процентов дороже, чем обычный 2,0-литровый турбированный четырехцилиндровый двигатель. И хотя VC-T имеет больше движущихся частей, чем другие четырехцилиндровые двигатели с турбонаддувом, Кига говорит, что он производит меньше трения. Одна из причин заключается в том, что поршень перемещается прямо вверх и вниз в цилиндре, устраняя боковые силы, которые вызывают трение.

Текущий QX50, с его 3,7-литровым двигателем V-6, имеет расход топлива EPA 17 миль на галлоне в городе, 24 на шоссе и 20 комбинированно. Когда новый QX50 поступит в продажу, комбинированная экономия топлива должна быть около 26 миль, что сравнимо с дизельным автомобилем такого же размера, но с большим количеством вредных выбросов. Двигатель VC-T будет единственным предлагаемым в QX50, и он будет доступен только с одной коробкой передач, бесступенчатой автоматической.

Хотя двигатель Infiniti VC-T, по-видимому, является значительным продвижением двигателя внутреннего сгорания, он не может иметь огромного влияния, поскольку правительства во всем мире расправляются с двигателями внутреннего сгорания и как автопроизводители готовятся продавать электрифицированные транспортные средства.

"2,0-литровый турбомотор по существу заменил 3,5-литровый V-6. Этим он и отличается, - сказал Салливан. В сочетании с постоянно изменяемой трансмиссией двигатель VC-T может дать некоторые впечатляющие показатели экономии топлива. Но при относительной стабильности низких цен на топливо, это не очень важно для покупателей QX50. Немедленное воз-

действие может не ощущаться с QX50. Но эта технология только дает двигателю внутреннего сгорания значительные перспективы для развития."

Список литературы

1. www.1gai.ru/vnedorozhnik/519653-infiniti-qx50-pervyyu-avtomobil-osnaschennyu-dvigatелеm-s-peremennoy-stepenyu-szhatiya.html
2. Колчин, А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей [Текст] / А.И. Колчин, В.П. Демидов. - М.: Высшая школа, 2003.
3. Автомобильный справочник [Текст] / под ред. В.М. Приходько. - М.: Машиностроение, 2008.
4. Сокол, Н.А. Основы конструкции автомобиля. Двигатели внутреннего сгорания [Текст]: учеб. пособие / Н.А. Сокол, С.И. Попов. - Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2010.
5. Кульчицкий, А.Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей [Текст] / А.Р. Кульчицкий. - М.: Академический Проект, 2010

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФАЗООБРАЗОВАНИЯ ПРИ НАНЕСЕНИИ ПИРОЛИТИЧЕСКОГО КАРБИДОХРОМОВОГО ПОКРЫТИЯ НА СТАЛЬ 40X С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ

Васин Владимир Алексеевич¹, д-р.техн.наук, генеральный директор

Горбачев Игорь Игоревич², канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр.

Сомов Олег Васильевич³, канд. тех. наук, ст. науч. сотр.

1- ОАО «Научно-производственное предприятие «Полигон МТ»;

2- ФГБУН «Институт физики металлов» УрО РАН;

3- ФГБОУ ПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Метод осаждения защитных пленок из паровой фазы (MCVD-Metalorganic chemical vapour deposition) металлоорганического соединения (МОС) является универсальным а, иногда, единственно возможным при нанесении покрытия на изделиях сложной формы, имеющих выступы и изгибы поверхности, внутренние полости, глухие и сквозные отверстия и т.п. Пиролитическое карбидохромовое покрытие (ПКХП), получаемое методом MCVD с использованием хромоорганической жидкости (ХОЖ) «БАРХОС» является перспективным для авиастроения, химической и нефтегазовой промышленности, металлургии, автомобилестроения поскольку ПКХП обладает высокими эксплуатационными свойствами, такими как: коррозионно- и износостойкость, беспористость, равномерность распределения по поверхности изделия, механическая прочность и адгезия к подложке в условиях деформации и резких перепадов температур [1]. При отжиге исходного аморфного ПКХП на стали 40X при температуре выше 700°C происходит формирование карбидов хрома (Cr_3C_2 , $Cr_{23}C_6$, Cr_7C_3).

Проведение предварительного термодинамического анализа позволяет прогнозировать равновесный фазовый состав, и, соответственно, направление фазовых превращений, протекающих как в покрытии, так и на гра-

нице покрытие/изделие при нанесении ПКХП и отжиге покрытия. С учетом этого можно более оптимально выбирать режим нанесения и отжига покрытия. Целью настоящей работы являлось исследование равновесного фазового состава ПКХП на стали 40X при 450÷460°C и при отжиге в вакууме при 700-1000°C на основе термодинамических расчётов.

Для термодинамического описания системы Fe-C-Cr использовался CALPHAD-метод [2]. Расчёты осуществлялись с помощью алгоритма, описанного в работе [3] и реализованного в институте физики металлов УрО РАН в виде программы IMP Equilibrium [4].

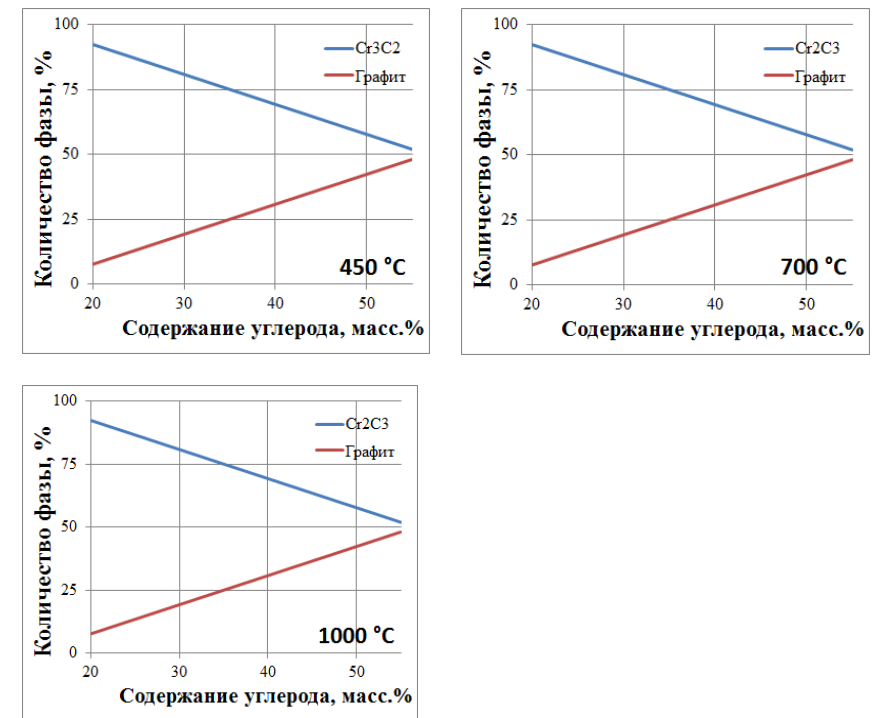


Рисунок 1. Зависимость фазового состава системы Cr-C от количества C в системе при $t = 450, 700$ и 1000 °C

Термодинамическое описание системы Fe-Cr-C предложено в работах по системе Fe-Cr-Ni-C Хиллберта и Кью [5] и Ли [6]. Обе базируются на оценке параметров для системы Fe-Cr-C Андерсона [7], но и в [5], и в [6] ряд параметров для системы Fe-Cr-C пересмотрен с учетом новых данных по растворимости карбидов хрома. Однако другие исследователи впоследствии посчитали описание Ли [6] более удачным и использовали его в ка-

честве базового для построения описаний других систем, как, например, в работе [8] по C-Cr-Fe-Ni-O . В [9] и [10] на основе описания Ли [6] была выполнена переоценка некоторых параметров для Fe-Cr-C с учетом новых экспериментальных данных. К сожалению, полученные значения параметров не приводятся в [9], поэтому в настоящей работе мы использовали уточненное описание системы Fe-Cr-C , предложенное в [10].

Для проведения расчетов фазовых равновесий в системе Fe-C-Cr значения содержания углерода выбрали исходя из предыдущих исследований химического состава ПКХП. Содержание углерода зависит как от исходного состава «БАРХОС», так и от условий термического разложения при нанесении покрытия, поэтому расчёты проводились для диапазона составов по углероду.

По ранее полученным экспериментальным данным исследования элементного состава ПКХП [11] следует, что на поверхности ПКХП отсутствует железо, а в химический состав покрытия входит кислород, что может указывать на то, что на поверхности покрытия образуется оксид хрома Cr_2O_3 . Поэтому, далее для расчета фазовых равновесий данные о химическом составе поверхности были скорректированы, исходя из отсутствия железа и того, что часть хрома будет связана с кислородом. Расчет фазового состава покрытия проводился для температуры формирования покрытия, (среднее значение 450°C), и при температурах 700 и 1000°C , соответствующих отжигу.

Результаты термодинамического расчета фазовых равновесий в системе Fe-Cr-C представлены в виде графика на рисунке 1.

Термодинамические расчёты показывают, что во всем исследованном диапазоне составов и температур в системе Cr-C состав покрытия соответствует термодинамическому равновесию графита и карбидной фазы Cr_3C_2 . Для всех температур увеличение количества C приводит к увеличению доли графита и уменьшению доли карбида хрома.

Список литературы

1. V. A. Vasin, B. L. Krit, V. A. Nevrovskii, O. V. Somov, N. V. Morozova. Application of pyrolytic chromium-carbide coatings in friction units of machines // Surface Engineering and Applied Electrochemistry. 2016. Vol. 52. Issue 5, Pages. 475–4479. <http://doi.org/10.3103/S1068375516050136>.

2. Saunders N., Miodownik A. D. Calphad: Calculation of phase diagrams, a comprehensive guide // Pergamon Materials Series. V. 1. edited by R.W. Cahn, Oxford: Pergamon. 1998. 496 P.

3. Попов В.В., Горбачев И.И. Анализ растворимости карбидов, нитридов и карбонитридов в сталях методами компьютерной термодинамики. I. Описание термодинамических свойств. Метод расчета // Физика металлов и металловедение. 2004. Т. 98. № 4. С. 11-21.

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2011618874 / IMP Equilibriun. - 15.11.2011.

5. Mats Hillert and Caian Qiu. A thermodynamic assessment of the Fe-Cr-Ni-C system // Metallurgical transactions A. 1991.V. 22A. No. 10. P. 2187-2198.

6. Byeong-Joo Lee. On the stability of Cr Carbides // CALPHAD. 1992. V. 16. No 2. P. 124-149.

7. Andersson J.-O. A thermodynamic evaluation of the Fe-Cr-C system // Met. Trans. 1988. V. 19A. № 3. P. 627-636.

8. L. Kjellqvist, M. Selleby. Adding C to the thermodynamic description of the Cr-Fe-Ni-O system // Calphad. 2009. V. 33. P. 393-397.

9. J. Bratberg and K. Frisk. An Experimental and Theoretical Analysis of the Phase Equilibria in the Fe-Cr-V-C System // Metallurgical and materials transactions A. 2004.V. 35A. № 12. P. 3649-3663.

10. Khvan, B. Hallstedt, C. Broeckmann. A thermodynamic evaluation of the Fe-Cr-C system // Calphad. 2014. V. 46. P. 24-33.

11. Сомов О.В., Пашкин В.А., Савушкина С.В., Крит Б.Л. Исследование влияния отжига на морфологию и элементный состав пиролитического карбидохромового покрытия на стальной подложке // Электронная обработка материалов. 2019. Том 55. №3. , стр. 72-78.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ КООРДИНАТНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАШИН ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Голубева Олеся Анатольевна, доцент

Мирный Виктор Игнатьевич, доцент

Фоменко Олеся Николаевна, магистрант

Донской государственный технический университет

В статье представлен анализ применения координатно-измерительных машин в сельскохозяйственном машиностроении. Рассмотрены принципиальные вопросы координатных измерений детали с помощью системы оцупывания в декартовой системе координат. Большая информативность координатных измерений позволяет неограниченно расширить набор контролируемых параметров, определять взаимное расположение разнесенных сложных поверхностей и геометрических элементов, рассчитывать прилегающие поверхности, выполнить взаимное вписывание фактического и теоретического профилей по заданному критерию.

Ключевые слова: координатно-измерительная машина, компоновка, пространственные измерения, линейные перемещения, измерительная головка.

Развитие производства в области сельхозмашиностроения предъявляет постоянно растущие требования по обеспечению безопасности и надежности функционирования оборудования. Между эксплуатационными свойствами деталей и их геометрией существует взаимосвязь, и поэтому для прогнозирования и контроля эксплуатационных показателей деталей и машин необходимо измерение их геометрических характеристик.

До 90 % всех измерений в металлообрабатывающей промышленности составляют линейно-угловые измерения, более половины из них составляют измерения сложных геометрических параметров - размеров, формы и расположения поверхностей трехмерных деталей сложной формы. При этом используется большое количество средств измерений (СИ), начиная от СИ длины и угла (концевых и угловых мер, штангенциркулей, скоб, нутромеров, измерительных головок) до более сложных СИ параметров резьб, отклонения от плоскостности, прямолинейности, круглости, геометрических параметров зубчатых колес, шероховатости, а также универсальных прецизионных оптических измерительных приборов (измерительных микроскопов, проекторов, интерферометров, в том числе и лазерных).

Многие современные машины и механизмы различных отраслей промышленности содержат крупногабаритные детали. Современные требования к точности изготовления таких деталей вызывают необходимость уменьшения величины допусков, высокоточных деталей больших размеров. Такие измерения невозможно проводить без использования координатно-измерительных машин. Для некоторых деталей больших размеров крупногабаритные координатно-измерительные машины (далее — КИМ) различных типов компоновок являются, единственно возможным средством контроля - геометрических параметров, обеспечивающим, измерения с требуемой точностью.

При пространственных измерениях на КИМ необходимо решить комплекс проблем по обеспечению единства измерений, включая, в целом- научные, технические, нормативные и организационные составляющие метрологического обеспечения.

Основное преимущество современных КИМ - возможность полной автоматизации как на этапе реализации координатного метода измерений, так и на этапе обработки результатов этих измерений. Кроме того, мы получаем возможность осуществлять контроль качества крупных корпусных деталей сложных поверхностей с повышенной точностью и достоверностью результатов измерений.

Существовавшие до недавнего времени методы оценки точности крупногабаритных координатно-измерительных машин разрабатывались, прежде всего, на основе практических данных по метрологическому обслуживанию КИМ, а также информации, содержащейся в документации фирм-изготовителей. Современной научной базы, на основе которой можно было бы построить универсальные практические методики метрологического обслуживания крупногабаритных КИМ в полной мере не существует. Методики измерений зависят от компоновки КИМ.

Компоновки КИМ бывают консольные и порталные.

Наиболее распространенной компоновкой является порталная (рисунок 1,б), которая дает возможность достичь наибольшей точности и сравнительно удобна в обслуживании. Портальная компоновка обладает высокой жесткостью и хорошими динамическими свойствами. Консольные компо-

новки (рисунок 1,а) используются для облегчения загрузки измеряемых деталей и облегчения процесса измерения.

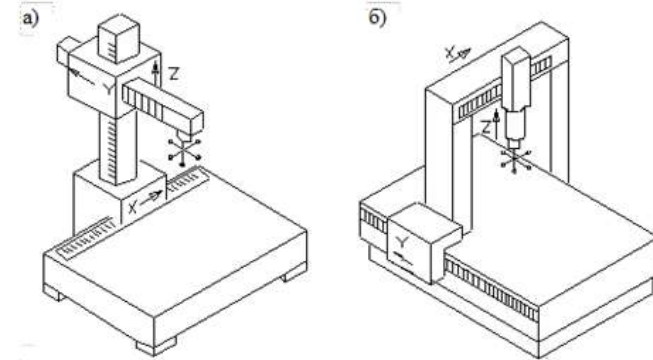


Рисунок 1 - Виды компоновок координатно-измерительных машин

Принципиальная схема КИМ состоит из систем для отсчета линейных перемещений, расположенных по трем координатным осям, т. е. устройств, с помощью которых можно определить величину перемещения по каждой оси, что в общем виде дает возможность определить положение точки в пространстве.

Конструктивная схема КИМ состоит из механической части, осуществляющей измерительные перемещения, и электронно-вычислительной части с программно-математическим обеспечением.

Обобщенная схема имеет вид представленный на рисунке 2.

Современная КИМ это агрегат, в состав которого входит механическая часть, система ощупывания, система измерения, система электромеханических приводов перемещения механических частей машины, система обработки результатов обмеров.

Система электромеханических приводов обеспечивает выполнение подготовительных операций контроля и измерения.

Система ощупывания обеспечивает контакт измерительного органа с заданными точками проверяемого объекта.

Процесс измерения сводится к определению величины перемещения по всем координатам элементов измерительной системы.

Исполнительным органом КИМ являются шуповые измерительные головки (датчики касания) высокой чувствительности (механические, оптические, электрические точечные, электрические непрерывные).

Координаты измерений детали с помощью системы ощупывания измеряются в декартовой системе координат. Начало координат выбирается свободно, а направление осей должно совпадать с направлением перемещения подвижных узлов базовой части КИМ. Они несут измерительные головки или измерительную деталь.

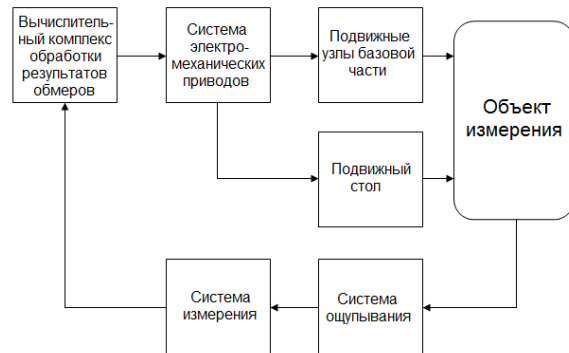


Рисунок 2 – Обобщенная схема КИМ

Большая информативность координатных измерений позволяет неограниченно расширить набор контролируемых параметров, например, можно определить взаимное расположение разнесенных сложных поверхностей и геометрических элементов, рассчитать прилегающие поверхности, выполнить взаимное вписывание фактического и теоретического профилей по заданному критерию.

Таким образом, использование КИМ является оптимальным для контроля отклонений расположения. Все измерения на КИМ осуществляются только специалистами, прошедшими обучение, по соответствующим методикам выполнения измерений.

Список литературы

1. Борисова Л.В. Формализация нечетких экспертных знаний при лингвистическом описании технических систем: монография/ Л.В. Борисова, В.П. Димитров – М-во образования и науки Российской Федерации, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «Донской государственный технический университет». Ростов-на-Дону, 2011.

2. Димитров В.П. Метрология и метрологическое обеспечение: учеб. пособие/ В.П. Димитров, М.Х. Сергеева, К.Л. Хубиян, В.И. Мирный. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2009. – 122 с.

3. Овчарова И.А. Процессный подход в метрологическом обеспечении производства продукции / И.А. Овчарова, А.В. Медянцева, В.И. Мирный - Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения: сб. трудов 8-й Междунар. науч.-практ. конф., 3-6 марта./ДГТУ. - Ростов н/Д, 2015

4. Мирный В.И. Прикладная метрология: Учебно – методическое пособие/ В.И. Мирный, Н.И. Макарова. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2012. – 86 с.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РОССИЙСКОГО РЫНКА ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

*Голубин Александр Константинович, к.э.н., научный сотрудник
ФГАУ «Научно-исследовательский институт
«Центр экологической промышленной политики»*

Рассмотрены особенности и перспективы формирования рынка изготовленного из отходов производства и потребления вторичного сырья.

Обращается внимание на слабое информационное обеспечение работ, в том числе на отсутствие систематизированных сведений о поставщиках и покупателях вторичного сырья.

Обозначены причины, препятствующие выходу вторичного сырья на традиционные товарно-сырьевые рынки.

Обоснована целесообразность формирования сети полигонов для хранения отходов в качестве инфраструктуры рынка вторичного сырья.

Ключевые слова: отходы производства и потребления, вторичное сырье, товарно-рыночные отношения, полигоны для хранения отходов

Внимание политиков, хозяйственных руководителей и общественности все чаще обращается к проблеме охраны окружающей природной среды и, в том числе, к проблеме загрязнения её отходами производства и потребления.

Полезное использование отходов, их широкое вовлечение в хозяйственный оборот поможет укрепить сырьевую базу страны, оздоровить среду обитания населения, повысить культуру общественного поведения граждан.

Ощутимое сокращение негативного воздействия отходов производства и потребления на природную среду и здоровье населения возможно только при переводе всего материального производства страны к ресурсосберегающему укладу деятельности, восстановлению и рекультивации ранее допущенных загрязнений природной среды и, разумеется, при воспитании у населения, в первую очередь у молодежи, активной экологической позиции.

Хотя формирование рынка вторичного сырья является не более чем фрагментом общих мероприятий по решению проблемы отходов, без широкого внедрения товарно-денежных отношений в практику работы с этими отходами нельзя рассчитывать на получение значимых результатов [1].

Общее понимание необходимости укрепления товарно-денежных отношений в сфере обращения с отходами в стране имеется. В частности, Международная биржа вторичных ресурсов была учреждена в Москве ещё в начале девяностых годов. В 2003 году по решению Коллегии Минпромнауки России была подготовлена и согласована с регионами Концепция создания рынка вторичного сырья, а затем и Концепция создания рынка коммунальных отходов [3].

После нескольких лет затишья новым сигналом к продолжению работ по формированию рынка вторичных ресурсов стало утверждение в январе 2018 года Правительством Российской Федерации Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года.

К сожалению, решение конкретных вопросов обращения с отходами, в том числе вопросов формирования профильных рыночных структур, сдерживается нерешенностью общеэкономических и управленческих проблем.

В частности, вызывает недоумение отсутствие до сих пор общепринятого определения самой сущности понятия «отходы», «вторичные ресурсы», «вторичное сырьё» и проч. Действующий основополагающий Закон 89-ФЗ.

«Об отходах производства и потребления», корректировавшийся около десяти раз, в последней своей редакции определяет отхода как «...вещества или предметы, которые образованы в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления, которые удаляются, предназначены для удаления или подлежат удалению...» фактически дублируя Директиву 2008 (98 \ЕС\).

Рынок таких «веществ или предметов» построить весьма непросто.

В связанном виде не сформирована полная информация о потенциальных участниках формируемого рынка - поставщиках и потребителях вторичного сырья.

Вариант с выходом с вторичным сырьем на современные товарно-сырьевые рынки не представляется возможным, поскольку доведенное до требуемых кондиций вторичное сырьё зачастую становится дороже его первичного аналога. Эта вынужденная дотационность вторичного сырья приобрела массовый международный характер.

Кроме того, предприятия-поставщики вторичного сырья в их нынешнем состоянии вряд ли смогут обеспечить возможность предоставлять покупателям какие-либо преимущества по цене, качеству и условиям поставки товара [2].

В сфере обращения с твердыми коммунальными отходами большие надежды связываются с выполнением Указа Президента Российской Федерации от 14 января 2019 года № 8 «О создании публично-правовой компании «Российский экологический оператор».

Исключительно широкий круг полномочий и выполняемых Компанией Функций, в том числе предусматривающих создание в текущем году единой государственной системы учета твердых коммунальных отходов, позволяет надеяться на преодоление информационного дефицита в сфере обращения с отходами.

Важно, что Указ предусматривает обеспечение исполнения расходных обязательств Компании за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета.

Решение перечисленных задач и учет особенностей формирования рынка вторичного сырья безусловно по силам отечественным специалистам.

Однако нельзя забывать о том, что большие результаты требуют и больших затрат - финансовых, материальных, интеллектуальных. Выполнение задуманного даже при прямом копировании западного опыта (сомнительном само по себе) потребует значительного времени. При этом совершенно очевидно, что функционирование одного только рынка вторичного сырья проблем обращения с отходами не решит.

Искры социально-политического раздражения населения, недовольного «мусорной» реформой, загрязнением отходами мест его проживания и окружающей среды в целом, взиманием необоснованных платежей за вывоз коммунальных отходов требуют адекватных действий структур, ответственных за экологическую безопасность страны и её граждан.

По мнению автора, остроту момента могло бы снять принятие и выполнение государственного решения о создании общероссийской сети современных экологически безопасных (экологически приемлемых) полигонов как инфраструктуры рынка (рынков) вторичного сырья с возложением на эту сеть (кроме приема на экологически безопасное хранение отходов производства и потребления) предпродажную подготовку - сортировку, мойку, упаковку и проч. - принимаемых отходов и может быть - уничтожение некоторых видов отходов.

Список литературы

1. Бачурин А.В. Рынок в СССР: становление, регулирование. – М: Из-во «Экономика», 1991. – 318 с.
2. Панкин С.М., Стотиев В.В. Методические аспекты оценки конкурентоспособности сырьевых товаров. – М: ВНИКИ, 1984. – С. 3-30.
3. Региональные проблемы перехода к рынку: Сб. науч. тр. / Совет по изуч. производ. сил при Госплане СССР. – М.: СОПС СССР, 1991. – 179 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОРИСТЫХ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Гончарук Семен Юрьевич, студент

Самборук Анатолий Романович, д.т.н., профессор

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

В данной статье рассматриваются особенности применения пористых металлокерамических фильтров в качестве фильтрующего элемента для автоматизированной установки по очистки сточных вод пищевой промышленности. Приведены основные характеристики пористых проницаемых материалов и фильтров, полученных методом СВС в трех крупнейших научных центрах России. Описана методика синтеза пористых мембран в режиме СВС.

Ключевые слова: шихта, метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, фильтр, фильтрация, пористость, металлокерамика.

Актуальность работы. На сегодняшний день изделия из пористых материалов имеют широкое применение практически во всех сферах деятельности человека. К примеру, они могут использоваться в качестве фильтрующих и конструкционных материалов. Кроме того, такие изделия могут образовывать целый фильтрационный комплекс и выступать в роли фильтрационного элемента в очистных установках.

Сегодня в наибольшей степени технология производства пористых проницаемых изделий основана на спекании порошковых композиций в высокотемпературных печах, как правило, в глубоком вакууме. Данная технология достаточно сложна. Такая технология имеет свое название, как порошковая металлургия. Эта технология претерпела ряд модификаций, но, несмотря на данный факт, окончательно устарела.

Выгодной альтернативой устаревшему методу служит значительно более простая технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). В основу данной технологии заложена реакция экзотермического взаимодействия двух или нескольких химических элементов, соединений, протекающие в режиме направленного горения. СВС дает возможность для получения целого ряда продуктов с комплексом уникальных эксплуатационных свойств. При этом СВС как метод получения пористых материалов соединяет в себе малую энергоемкость, возможность динамического варьирования структурных и иных свойств получаемых продуктов и безотходность.

Результаты проводимых исследований. Был проведен литературный обзор и анализ результатов исследований по разработке пористых материалов и фильтров методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза в четырех крупнейших научных центрах: Институте структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН (г. Черно-

головка, Московская область), Отделе структурной макрокинетики Томского научного центра СО РАН (г. Томск) и Алтайском государственном техническом университете (г. Барнаул), а так же Самарском государственном техническом университете (г. Самара).

Принимая во внимание результаты исследований при создании в Самарском государственном техническом университете (СамГТУ) междисциплинарной проектной команды (МПК) «Автоматизированные системы очистки сточных вод пищевой промышленности» было разработано техническое задание на создание фильтров со следующими характеристиками:

- Размер пор: микро- или ультра-фильтрационные фильтры, которые имеют размер пор соответственно 0,2-0,5 мкм и 0,02, и 0,05 мкм;
- Конфигурация – напорные трубчатые;
- Ориентировочные размеры – внутренний диаметр 10-20 мм, длина 0,5-2 м;
- Направление фильтрования, наиболее вероятно, изнутри трубок наружу, однако возможно направление снаружи – внутрь;
- Прилагаемое давление 0,1-0,5 Мпа;
- Удельный поток воды через фильтр 50-100 л/(ч*м²);
- Срок эксплуатации - около 25 лет;
- Стоимость – не более 100 USD/м², (трубка диаметром d=10мм, длиной l=2 м должна стоить не более 400 руб.).

Для выполнения технического задания, в качестве базового метода по созданию проницаемых пористых материалов (ППМ) был выбран метод СВС. Выбор этого метода можно обосновать целым рядом весомых преимуществ, перечисленных ниже, которые в свою очередь делают возможным значительное превосходство отечественного продукта над мембранными фильтрами наших западных партнёров. Были проведены исследования на полученных в ходе работы образцах СВС фильтров для очистки воды от твердых микрочастиц, примесей и т.д.

На базе данного технического задания разработана невакуумная методика синтеза пористых мембран различной формы в режиме СВС.



Рисунок 1. Спрессованный в брикет опытный образец до сжигания в СВС реакторе



Рисунок 2. Пример опытных образцов после проведения СВС

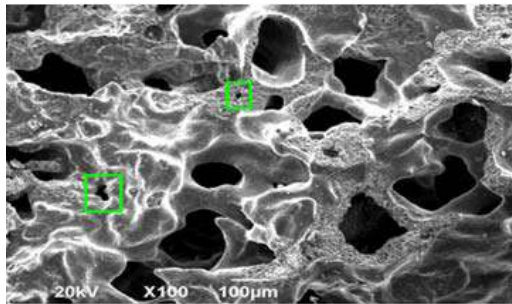


Рисунок 3. Микроструктура синтезированного образца

Преимущества СВС фильтров. Современные полимерные фильтры, а также фильтры, полученные методом порошковой металлургии, для тонкой очистки имеют существенные недостатки: низкие показатели прочности, коррозионной стойкости и термостойкости, отсутствия сорбционных свойств и т.д. Большинство этих недостатков отсутствует у фильтров из пористых металлокерамических материалов, получаемых методом СВС. Такие фильтры используются для фильтрации при высоких температурах и в агрессивных средах. Другие материалы здесь оказываются непригодными из-за низкой жаростойкости и коррозионного сопротивления.

Пористые СВС-материалы обладают рядом преимуществ по сравнению с такими же материалами, синтезированными обычными методами порошковой металлургии. Прежде всего, следует отметить их очень высокую конечную пористость, которая в СВС-материалах может быть выше на 15-20%, что объясняется отрицательным объемным эффектом реакций СВС и выделением примесных газов при синтезе. Еще более важным преимуществом СВС-материалов является то, что их прочность в 1,5-3,0 раза выше, чем у спеченных материалов при той же пористости.

Особенности СВС-метода позволяют широко варьировать состав и структуру фильтров. Фильтры могут иметь как однородную, так и градиентную структуру. Фильтры с анизотропной структурой (градиентной пористостью) особенно эффективны и экономичны, так как одновременно с высокой производительностью и тонкой очисткой жидкости или газа позволяют осуществлять многократную регенерацию обратным потоком уже

очищенной жидкости или газа, или высокотемпературным отжигом. Кроме того, СВС-фильтры на основе карбида титана обладают хорошими бактерицидными свойствами, высокой коррозионной и термической стойкостью.

Список литературы

1. Губонина З.И. Промышленная экология. Проблемы питьевой воды: учеб. пособ./ Губонина З.И., Владимиров С.Н. – М.: Изд-во МГОУ, 2010. – 100 с.
2. Шевцов М.Н. Водоснабжение промышленных предприятий: учеб. пособ. для вузов. – Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2010. – 127 с.
3. Витязь, П.А. Фильтрующие материалы: свойства, области применения, технология изготовления / П.А. Витязь, В.М. Капцевич, Р.А. Кусин - Мн.: НИИ ПМ с ОП, 1999.
4. Мельберг А.А., Новоселов А.Л. Перспективы применения СВС-фильтров. //Вестник АлтГТУ им. И.И. Ползунова. - №2. -1999.
5. Амосов А. П., Боровинская И. П., Мержанов А. Г. Порошковая технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза материалов: Учебное пособие. / Под научной редакцией В. Н. Анциферова. –М.: Машиностроение-1, 2007/–ISBN 978-5-94275-360-3

КОНЦЕПЦИИ «ДВОР БЕЗ МАШИН» - ПЛЮСЫ И МИНУСЫ

Горбанева Елена Петровна, к.т.н., доцент

Лукина Ирина Сергеевна, магистрант

Воронежский государственный технический университет

В данной статье рассматривается современная тенденция благоустройства прилегающей территории, ее основные плюсы и минусы.

В Воронеже набирает обороты тенденция «двор без машин». Таких объектов еще недостаточное количество, чтобы судить об однозначном успехе задуманного, но уже можно рассудить о плюсах и минусах решения.

Во-первых, стоит разделить достоинства и недостатки, которые относятся к застройщику и потенциальному жильцу данного жилищного комплекса, так как это абсолютно противоположные направления.

Для застройщика обязательным должно быть соблюдение норм и правил по количеству парковочных мест на дворовой территории, но фактически, количество автомобилей гораздо больше нормируемых. А автовладельцы ежедневно сталкиваются с проблемой парковочных мест около дома. В поисках успеха и прибыли строительство начало развитие в этом направлении.

Первым «решением» проблемы стало строительство подземного и наземного паркинга. Но стоимость машино-места могла достигать до 30-40% от стоимости квартир, и большинство жильцов, по-прежнему, предпочитало наземную стихийную парковку. Продажи мест шли медленно, и практически 40-60% от прилегающей дворовой территории все еще занимают транспортные пути и парковочные места. Количество автомобилей становится критическим.

В настоящее время идет развитие цифровой экономики, и от «стандартного» строительства мы все больше переходим к «зеленому», то есть экологичному. «Экостроительство» уже активно используется за рубежом и предусматривает мероприятия по увеличению энергоэффективности и уменьшению антропогенного воздействия на окружающую среду.

Таким образом, концепция «двор без машин» имеет место быть как решение «зеленого» строительства. Это большой плюс для экологии, так как 40-60% от придомовой территории теперь будет использоваться в качестве досугового обеспечения жильцов. Тут же и большое количество возможностей для привлечения потенциальных покупателей девелоперами.

Освободившаяся территория может быть использована, например, в качестве дополнительных мест отдыха (беседки, места для приготовления барбекю, сад), детские спортивные комплексы, места для выгула и тренировок домашних животных, оснащена велодорожками.

Получается, с точки зрения застройщиков -это безусловный плюс, так как проект становится уникальным благодаря организации придомовой территории, продажи машино-мест растут, жилье из класса «Эконом» переходит в разряд «Премиум» и вопрос парковок становится решенным.

Для потенциального покупателя строительство таких объектов грозит большими тратами. Скорее всего, возникнет проблема с ипотечным кредитованием, так как в настоящее время в регионе отсутствует программа «квартира+паркинг», что ухудшит ситуацию для застройщика. Но при росте спроса и большом количестве таких домов, скорее всего банки задумаются о разработке ипотечного направления.

Можно сделать вывод о том, что «двор без машин»- решение ближайшего будущего. Во-первых, это может быть решением проблемы парковочных мест, во-вторых, это благоприятно влияет на экологическую ситуацию. Обратной стороной может стать высокая стоимость такого жилья.

Список литературы

1. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
2. Практические рекомендации по снижению энергоемкости и повышению экологичности объектов гражданского и промышленного строительства. Книга 1. GREENZOOM.2015г.-47с.
3. Касьянов В.Ф. Реконструкция жилой застройки городов.-М.: Издательство АСВ,2002.-208с.
4. Афанасьев Л.А., Матвеев Е.П. Реконструкция жилых зданий Часть 2 Технологии реконструкции жилых зданий и застройки Москва 2008.
5. Григорьев Ю.П. Задачи и проблемы массового жилища в Москве. Промышленное и гражданское строительство.2007.
6. Мищенко В.Я., Горбанева Е.П. Роль реконструкции и модернизации в системе обеспечения сохранности и воспроизводства объектов недвижимости / Научный вестник ВГАСУ. Серия: Дорожно-транспортное строительство. Выпуск №3. – Воронеж, 2004. С.122-127.
7. Valeriy Mishchenko, Sergei Kolodyazhnyi Elena Gorbaneva Energy consumption reduction at all stages of the real estate life cycle by means of the queuing systems / MATEC

Web of Conferences conference proceedings. International Scientific Conference Environmental Science for Construction Industry ESCI - 2018. - С. 05043.

8. Горбанева Е.П., Добросоцких М.Г., Калинина Е.Г. Определение технического состояния зданий и сооружений с использованием системы мониторинга / Современные проблемы и перспективы развития строительства, эксплуатации объектов недвижимости. – Воронеж, 2016. – С.208-213.

9. Горбанева Е.П., Севрюкова К.С., Арчакова С.Ю., Овчинникова Е.В. История развития методов оценки и выбора организационно-технологических решений при реконструкции жилой застройки / Современные тенденции строительства и эксплуатации объектов недвижимости: сб научн. ст. по материалам научно-практической конференции; ВГТУ – Воронеж, 2017. – С.115-121.

10. Мищенко В.Я., Горбанева Е.П., Арчакова С.Ю. Обеспечение доступной среды маломобильным группам населения при проведении ремонтно-строительных работ объектов недвижимости города Воронеж / Актуальные проблемы строительства. Материалы 70-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 5-7 апреля 2017, СПбГАСУ. – СПб., 2017. – Ч.2. – С. 10-14.

11. Горбанева Е.П., Арчакова С.Ю. Организация ремонтно-строительных работ по усовершенствованию структурно-функциональных зон и элементов зданий и сооружений / Доступная среда: правовые, экономические и институциональные условия для интеграции маломобильных граждан в общество и повышению уровня их жизни: сб. науч. трудов по материалам I Международной научно-практической конференции, 4 декабря 2017 г., Санкт-Петербург. - Профессиональная наука, 2017. – С. 26-35.

12. Горбанева Е.П., Севрюкова К.С., Арчакова С.Ю., Овчинникова Е.В. История развития методов оценки и выбора организационно-технологических решений при реконструкции жилой застройки / Современные тенденции строительства и эксплуатации объектов недвижимости: сб научн. ст. по материалам научно-практической конференции; ВГТУ – Воронеж, 2017. – С.115-121.

13. Горбанева Е.П., Шишкина Т.А., Казарцева А.И. Развитие «зеленого строительства» в России. Перспективы данной отрасли / Строительство и недвижимость: научный журнал; ВГТУ. – 2017. - №1(1). – С.25-28.

14. Горбанева Е.П., Севрюкова К. С. Проблемы энергосбережения в строительном секторе и пути их решения / Проблемы современных экономических, правовых и естественных наук в России – синтез наук в конкурентной экономике: реферативный сборник статей по материалам VII Международной научно-практической конференции: 27-29 апреля 2018 г. – Воронеж-Ганновер: Изд-во ВГТУ, 2018. – Т.2. – С. 28-30.

ТЕНДЕНЦИИ БЛАГОУСТРОЙСТВА ПРИДОМОВОЙ ТЕРРИТОРИИ

Горбанева Елена Петровна, к.т.н., доцент

Лукина Ирина Сергеевна, магистрант

Воронежский государственный технический университет

В данной статье рассматриваются основные потребности и проблемы современного городского жителя в вопросе благоустройства придомовой территории.

В настоящее время в России наблюдается развитие цифровой экономики. Рост потребностей населения и расширение технологий градостроительства повлекли за собой усовершенствования и в области благоустройства придомовой территории массовой жилой застройки.

Под благоустройством понимают оборудование дворовой территории необходимыми для досуга и жизнедеятельности человека удобствами.

Так для комфортной жизни человека придомовая территория должна быть обеспечена:

- Транспортными и пешеходными дорожками.

Для удобства жителей двор должен быть оборудован транспортными проездами, которые необходимы для местных жителей и проезд для специальных служб, в том числе пожарных машин. Пешеходные дорожки должны быть спроектированы с учетом потребностей населения и безопасности их жизнедеятельности: пешеходные переходы на пересечении с транспортными дорогами, возможность проезда маломобильных групп населения и детских колясок и т.д.

Набирающее тенденции направление в данной области - это оборудование придомовой территории велосипедными дорожками для удобства передвижения велосипедистов.

- Местами сбора ТБО.

Площадки для сбора мусора должны быть огорожены и оборудованы контейнерами для сбора отходов.

В настоящее время в данной области благоустройства начинает набирать обороты тенденция к раздельному сбору мусора и оборудование скрытых площадок. В некоторых странах практика раздельного сбора отходов уже давно существует и позволяет осуществлять переработку большого количества мусора, что уменьшает количество полигонов и благоприятно влияет на экологическую обстановку.

На территории Российской Федерации данная тенденция слабо развита. Сейчас происходит частичная сортировка мусора. В основном, на площадках сбора ТБО устанавливают дополнительные контейнеры по сбору пластика.

Разделение сбора мусора используется в «зеленом» строительстве. Российская гильдия управляющих и девелоперов разработала обязательные

требования и рекомендации по повышению энергоэффективности- GREEN ZOOM, где обязательным требованием является оборудование поста раздельного сбора мусора для сбора отходов по категориям: макулатура, пищевые (органические) отходы, стекло, пластик и металл. Необходимо также принять меры для безопасного сбора, хранения и утилизации потенциально опасных отходов: аккумуляторных батарей, ртутных ламп и электронного мусора.

- Озеленение

Оснащение придомовой территории газонами, кустарниками, кустами и деревьями является важным аспектом благоустройства.

Современный двор обязательно должен быть благоустроен элементами озеленения. В большинстве случаев, выполняется покрытие зеленых зон газонами и точечная посадка кустов и деревьев.

Современные тенденции предусматривают устройство садов на крышах домов. Такое решение широко практикуется в зарубежных мегаполисах, так как плотная застройка практически не позволяет осуществить посадку зеленых насаждений. Таким образом, обычно неиспользуемые крыши домов используются как зоны отдыха для жителей, а также наличие зеленого пространства оказывает положительное экологическое влияние. Озеленение пространства крыш редко встречается на территории Российской Федерации и лишь на единичных зданиях коммерческого назначения.

- Детскими и спортивными площадками, зонами отдыха.

Оснащение дворового пространства малыми формами очень важно для жизнедеятельности человека. В первую очередь, для обеспечения удобства детскому населению.

С течением времени потребности человека выросли и в плане оборудования придомовой территории площадками для детского досуга и отдыха.

Современные дворы все чаще оборудуют не только стандартными горками и качелями, но и веревочными городками, а для взрослых предусматривают открытые спортивные зоны с тренажерами, а также баскетбольные, футбольные и хоккейные площадки, зонами настольного тенниса, местами для барбекю.

- Парковочными местами

Согласно СП 42.13330.2016 обеспеченность транспортном городских жителей составляет 350 машин на 1000 человек. Несмотря на то, что в некоторых регионах учитывается текущая ситуация, наличие парковочных мест является дефицитом для жителей.

Чтобы решить данную проблему застройщики прибегают к современным веяниям, таким как строительство подземных и надземных многоуровневых парковок.

Стоит отметить набирающую популярность тенденцию - «двор без машин». Аналитики пока не могут определить полезное это направление или нет. С точки зрения инвесторов и строителей это, безусловно, прибыль от продажи парковочных мест, так как при наличии наземной парковки на

территории двора, продажа машино-места в парковочном комплексе не пользовалась популярностью, а вот со стороны жителей скорее больше минусов, чем плюсов.

Так как большое количество жилья приобретается с использованием заемных средств, а стоимость парковочного места может достигать до 30-40% от стоимости квартиры, то для обычного человека «двор без машин» может стать непосильным решением. Исходя из опроса жителей данных дворов, большинство пользуется парковками соседних дворов. Получается там, где существует «двор без машин», существуют и дворы с очень большим количеством транспортных средств.

Согласно набирающим обороты тенденциям двор ближайшего будущего будет выглядеть следующим образом:

«Двор без машин»;

Скрытые площадки, оборудованные контейнерами для сортировки мусора;

Разнообразные спортивные и детские площадки, зоны отдыха;

Велодорожки;

Наличие зеленых насаждений в виде газонов, деревьев и кустарников;

Наличие минимального количества парковочных мест для гостей, а также колясочных и велопарковок. Преимущество пешеходных сетей.

Маловероятно, что будут озеленены крыши, так как это экономически неэффективно для строительных компаний.

Список литературы

1. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.

2. Практические рекомендации по снижению энергоемкости и повышению экологичности объектов гражданского и промышленного строительства. Книга 1. GREENZOOM.2015г.-47с.

3. Касьянов В.Ф. Реконструкция жилой застройки городов.-М.: Издательство АСВ,2002.-208с.

4. Афанасьев Л.А., Матвеев Е.П. Реконструкция жилых зданий Часть 2 Технологии реконструкции жилых зданий и застройки Москва 2008.

5. Григорьев Ю.П. Задачи и проблемы массового жилища в Москве. Промышленное и гражданское строительство.2007.

6. Мищенко В.Я., Горбанева Е.П. Роль реконструкции и модернизации в системе обеспечения сохранности и воспроизводства объектов недвижимости / Научный вестник ВГАСУ. Серия: Дорожно-транспортное строительство. Выпуск №3. – Воронеж, 2004. С.122-127.

7. Valeriy Mishchenko, Sergei Kolodyazhnyi Elena Gorbaneva Energy consumption reduction at all stages of the real estate life cycle by means of the queuing systems / MATEC Web of Conferences conference proceedings. International Scientific Conference Environmental Science for Construction Industry ESCI - 2018. - С. 05043.

8. Горбанева Е.П., Добросоцких М.Г., Калинина Е.Г. Определение технического состояния зданий и сооружений с использованием системы мониторинга / Современные проблемы и перспективы развития строительства, эксплуатации объектов недвижимости. – Воронеж, 2016. – С.208-213.

9. Горбанева Е.П., Севрюкова К.С., Арчакова С.Ю., Овчинникова Е.В. История развития методов оценки и выбора организационно-технологических решений при рекон-

струкции жилой застройки / Современные тенденции строительства и эксплуатации объектов недвижимости: сб научн. ст. по материалам научно-практической конференции; ВГТУ – Воронеж, 2017. – С.115-121.

10. Мищенко В.Я., Горбанева Е.П., Арчакова С.Ю. Обеспечение доступной среды маломобильным группам населения при проведении ремонтно-строительных работ объектов недвижимости города Воронеж / Актуальные проблемы строительства. Материалы 70-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 5-7 апреля 2017, СПбГАСУ. – СПб., 2017. – Ч.2. – С. 10-14.

11. Горбанева Е.П., Арчакова С.Ю. Организация ремонтно-строительных работ по усовершенствованию структурно-функциональных зон и элементов зданий и сооружений / Доступная среда: правовые, экономические и институциональные условия для интеграции маломобильных граждан в общество и повышению уровня их жизни: сб. науч. трудов по материалам I Международной научно-практической конференции, 4 декабря 2017 г., Санкт-Петербург. - Профессиональная наука, 2017. – С. 26-35.

12. Горбанева Е.П., Севрюкова К.С., Арчакова С.Ю., Овчинникова Е.В. История развития методов оценки и выбора организационно-технологических решений при реконструкции жилой застройки / Современные тенденции строительства и эксплуатации объектов недвижимости: сб научн. ст. по материалам научно-практической конференции; ВГТУ – Воронеж, 2017. – С.115-121.

АНАЛИЗ НАУЧНЫХ ПОДХОДОВ К ОБОСНОВАНИЮ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЗАРЯДНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Горбунова Анастасия Дмитриевна,

Анисимов Илья Александрович, к.т.н., доцент

Тюменский индустриальный университет

Зарядная инфраструктура для электрического транспорта является одним из факторов, оказывающих влияние на его развитие. Согласно мнению Еврокомиссии, представленного в МЕМО/13/24, наличие станций подзарядки является не только технической предпосылкой для функционирования электромобилей, но и одним из наиболее важных факторов, оказывающих влияние на покупку и эксплуатацию электромобилей. Это подтверждается и в работах Ghamami M, Nie Y, Cruz-Zambrano M. и др., где указывается, что отсутствие зарядной инфраструктуры является одним из главных препятствий на пути к увеличению доли рынка электромобилей одновременно с ограниченностью плотности заряда существующих аккумуляторов [1, 2].

В настоящее время наблюдается постепенное развитие зарядной инфраструктуры. При этом выбранные местоположения для установки зарядных станций, как правило соответствуют центрам притяжения таким, как торговые центры, вокзалы, центральные районы города, которые обладают высоким спросом населения. Однако согласно мнению ученых, представленного в работе [3], данные места характеризуются небольшой длительностью парковки и высокой скоростью оборота, что не позволяет обеспечить адекватные решения для ежедневных потребностей пользователей в

зарядке. Также необходимо учитывать, что развитие общественных зарядных станций для полного покрытия всех потребностей в зарядке будет происходить в течение длительного времени. В среднесрочной же перспективе доступен будет только ограниченный набор станций, который соответствует спросу. В этих условиях решающее значение для его удовлетворения и стимулирования играет оптимальное расположение ограниченного числа зарядных станций. Таким образом, развитие зарядной инфраструктуры требует обоснованного принятия решений.

Подходы к обоснованию развития зарядной инфраструктуры для электромобилей начали разрабатываться в течение последнего десятилетия. Наиболее распространенным из них считаются модели максимального покрытия территории зарядными станциями и р-медианные модели, направленные на минимизацию капитальных затрат. При планировании зарядной инфраструктуры для личных транспортных средств, как правило, используют модели максимального покрытия, так как они позволяют для заданного числа объектов определить местоположение, которое связано с максимальным спросом, лежащим в пределах заданного максимального расстояния. Данный подход применен в работах Ip A., Fong S., Liu E., Frade I., Ribeiro A., Goncalves G., Antunes A. и др. для определения расположения зарядных станций в городских районах с высокой плотностью населения [4, 5]. В качестве исходных данных рассматриваются потребности в зарядке электромобилей в каждом транспортном районе, расстояние, которое может пройти человек при установке транспортного средства на зарядку в соседнем районе. В результате на карту наносятся местоположения зарядных станций и устанавливаются уровни покрытия ими каждого транспортного района. Однако данный подход приводит к увеличению необходимого количества зарядных станций при большой площади городской территории, а, следовательно, повышает затраты на создание зарядной инфраструктуры. Также в данных работах рассмотрено расположение только медленных зарядных станций, которые в отличие от быстрых не требуют создания специального сетевого подключения к распределительной сети и большой площади для установки. Особенности расположения быстрых зарядных станций представлены в работе Cruz-Zambrano M., Corchero C. и др., где рассматривалось их оптимальное расположение с учетом максимального захвата потоков и стоимости их установки [3]. В качестве целевой функции исследования была выдвинута минимизация общих затрат на установку станций быстрой зарядки при минимальном объеме потока, который должен воспользоваться для возмещения капитальных затрат. В качестве исходной информации рассматривалась матрица корреспонденций населения, карта дорог и расположение торговых центров, автомоек, заправочных станций на территории города, где установка зарядных станций требует минимальных капитальных затрат. Но данный подход не позволяет рассчитать необходимое количество быстрых зарядных станций, а его применение направлено только на выявление мест расположения быстрых

зарядных станций, которые не требуют относительно медленных длительного времени ожидания, а, следовательно, затрат времени на пешую ходьбу до места назначения.

Минимизация затрат на создание зарядной инфраструктуры можно достичь при применении р-медианных моделей, которые предполагают, что между объектом и пунктом обслуживания должны выполняться специальные поездки. Данный подход представлен в работе Ko J., Shim J. S., направленной на оптимизацию станций обмена аккумуляторов электрических такси [6]. В качестве исходных данных в модели участвовали общее количество точек спроса в интересующем пространстве и потенциальных мест расположения объекта, вес каждой точки спроса и стоимость поездки между точкой спроса и потенциальным объектом (местом назначения), которое измерялось расстоянием или временем в пути. Однако данный подход может быть реализован только для коммерческих перевозок, например, электротакси, так как в этом случае невозможно избежать холостых поездок. Это обусловлено тем, что места назначения обычно определяются пассажирами, а подзарядку во время поездки невозможно выполнить.

Таким образом, определены преимущества и недостатки разработанных подходов, которые необходимо применить при проектировании зарядной инфраструктуры в регионах Российской Федерации. В результате анализа ранее выполненных исследований не выявлено работ, направленных на планирование зарядной инфраструктуры для личных электромобилей, включающей быстрые и медленные зарядные станции, что обуславливает необходимость изучения особенностей ее проектирования в регионах Российской Федерации и разработки нового подхода для принятия обоснованных решений.

Список литературы

1. Ghamami, M. Planning charging infrastructure for plug-in electric vehicles in city centers / M. Ghamami, Y. Nie, A. Zockaie // International Journal of Sustainable Transportation – 2016. - №10 – С/ 343-353.
2. Cruz-Zambrano, M. Optimal location of fast charging stations in Barcelona: A Flow-Capturing approach / M. Cruz-Zambrano, C. Corchero, L. Igualada-Gonzalez // 2013 10th International Conference on the European Energy Market (EEM) – Stockholm, 2013. – 13797585.
3. Giménez-Gaydou, D. A. Optimal location of battery electric vehicle charging stations in urban areas: A new approach / D. A. Giménez-Gaydou, A. S. N. Ribeiro, J. Gutiérrez, A. Pais Antunes // International Journal of Sustainable Transportation – 2016. - №10 – С/ 393-405.
4. Ip, A. Optimization for Allocating BEV Recharging Stations in Urban Areas by Using Hierarchical Clustering / A. Ip, S. Fong, E. Liu // 2010 6th International Conference on Advanced Information Management and Service (IMS) – Seoul, 2010. – 11824170.
5. Frade, I. Optimal Location of Charging Stations for Electric Vehicles in a Neighborhood in Lisbon, Portugal / I. Frade, A. Ribeiro, G. Gonçalves, A. P. Antunes // Transportation Research Record – 2011. - № 2252 – С. 91-98.
6. Ko, J. Locating battery exchange stations for electric taxis: A case study of Seoul, South Korea / J. Ko, J. S. Shim // International Journal of Sustainable Transportation – 2016.- №10 – С. 139-146.

CRM – И ERP-СИСТЕМЫ В УПРАВЛЕНИИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ РЕСУРСАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Горохова Ирина Юрьевна, канд. пед. наук, доцент

ГБПОУ ГРК «Интеграл», Россия

(e-mail: irina_zhenya@mail.ru)

В данной статье рассказывается о новых информационных технологиях (CRM – системы и ERP-системы), которые являются инструментом управления информационными ресурсами современного предприятия.

Ключевые слова: CRM – системы, ERP-системы, инструменты управления предприятием.

Рыночная экономика приводит к возрастанию объема и усложнению задач, решаемых в области организации производства, процессов планирования и анализа, финансовой работы, связей с поставщиками и потребителями продукции, оперативное управление которыми невозможно без организации современной автоматизированной информационной системы.

Современные информационные технологии непосредственно влияют на разработку планов, на качество управленческих решений, на способы производства продуктов и оказания услуг.

Функции управления могут быть отнесены к следующим типам:

- системы управления и взаимодействия с клиентами (CRM-системы);
- системы управления ресурсами (ERP-системы);
- системы стратегического планирования;
- системы управления проектами и т.д. [4].

В последнее время для оптимизации и автоматизации внутренней деятельности фирмы применяются так называемые ERP (Enterprise Resources Planning) системы, направленные на усовершенствование таких процессов, как планирование, изготовление, учет и контроль. При разработке и внедрении ERP-систем в компании клиент рассматривается как "элемент внешнего мира" и определяющего влияния не оказывает. Другими словами, ERP-системы направлены на достижение конкурентных преимуществ за счет оптимизации внутренних бизнес-процессов. В этом отношении противоположными являются CRM (Customer Relationships Management) системы, в центре внимания которых находится клиент компании. CRM-системы позволяют "интегрировать" клиента в сферу организации - фирма получает максимально возможную информацию о своих клиентах и их потребностях и, исходя из этих данных, строит свою организационную стратегию, которая касается всех аспектов ее деятельности: производства, рекламы, продаж, дизайна, обслуживания и пр.

Системы CRM (Customer Relationships Management) - управление отношениями с клиентами – бизнес-стратегия, предназначенная для оптимизации доходов, прибыльности и удовлетворенности клиентов [3].

Они базируются на приложениях, которые еще до появления концепции CRM частично позволяли улучшить отношения с покупателями. В качестве их предшественников можно назвать SFA (Sales Force Automatio - система автоматизации работы торговых агентов), SMS (Sales & Marketing System – система информации о продажах и маркетинге), CSS (Customer Support System - система обслуживания клиентов). Системы CRM содержат возможности этих приложений, но предлагают и новые функции. Они позволяют компании отслеживать историю развития взаимоотношений с заказчиками, координировать многосторонние связи с постоянными клиентами и централизованно управлять продажами, в том числе через Интернет. В задачи систем CRM входит увеличение доходности, прибыльности продаж и повышение клиентской удовлетворенности. В рамках этой концепции компания, используя имеющиеся в ее распоряжении инструменты, технологии и подходы, совершенствует взаимоотношения с клиентами в целях увеличения объемов продаж.

Для достижения стоящих перед ней задач, система CRM должна выполнять следующие основные функции: сбор информации о клиентах, хранение и обработку полученной информации, возможность вывода информации и результатов ее анализа или экспорта данных в другие системы.

Программные решения, направленные на совершенствование управленческих процессов при реализации концепции CRM, как правило, включают следующие модули:

- взаимодействующие CRM-подсистемы отдельных территориальных подразделений распределенной компании;
- аналитический и маркетинговый программные модули;
- электронные каталоги и управление ими;
- систему оформления заказов в режиме online с помощью соответствующих Web-сервисов, онлайн-выставление счетов и возможность оплачивать их с помощью кредитных карт или "электронных кошельков".

Системы ERP (Enterprise Resource Planning) - это интегрированные системы управления и планирования ресурсов корпорации. ERP - системы - набор интегрированных приложений, которые комплексно, в едином информационном пространстве поддерживают все основные аспекты управленческой деятельности предприятия: планирование ресурсов (финансовых, человеческих, материальных) для производства товаров (услуг), оперативное управление выполнением планов (включая снабжение, сбыт, ведение договоров), все виды учета, анализ результатов хозяйственной деятельности [3].

Ближайшими предшественниками ERP являются автоматизированная система планирования и управления потребностями в материалах — MRP (Material Requirements Planning), разработанная в США в конце 1960-х годов, и MRP II (Manufacturing Resource Planning) — планирование ресурсов производства, активно внедряемая в начале 1980-х годов.

Основные требования, предъявляемым к ERP - системам: нейтрализация данных в единой базе: близкий к реальному времени режим работы; сохранение общей модели управления для предприятий различных отраслей; поддержка территориально распределенных структур; работа в широком диапазоне аппаратно программных платформ и СУБД.

Системы ERP предназначены для управления финансовой и хозяйственной деятельностью предприятий, т.е. работают на обеспечение производства, планирования, финансов и бухгалтерии, материально-технического снабжения и управления кадрами, сбыта, управления запасами, ведения заказов на изготовление продукции и предоставления услуг. Использование общей модели для разных типов предприятий («виртуальных предприятий») позволяет переносить опыт внедрения и эксплуатации этих систем и избежать многих просчетов в планировании.

Системы ERP активно используют возможности и интерфейс Интернета и интранета. В современных условиях растут требования к интеграции систем ERP с приложениями, которые уже используются на предприятии (например, системы проектирования, подготовки производства, учета хода производства и управления технологическими процессами, биллинга и расчета с клиентами и др.), а также с новыми разработками. Система ERP не может решить всех задач управления промышленным предприятием и фактически представляет собой структуру, на основе которой выполняется интеграция с другими приложениями.

Системы планирования ресурсов предприятий предоставляют фирмам модели обработки деловых операций, которые интегрированы с другими видами их деятельности, такими как производственное планирование и управление человеческими ресурсами. Осуществляя стандартные процессы компании и обеспечивая ее единой базой данных, охватывающей все ее виды деятельности и места расположения, ERP системы обеспечивают интеграцию ее многочисленных географически разделенных подразделений и функциональных областей. ERP системы приводят к улучшению возможностей принятия решений, которые проявляются в широком ряде показателей, таких как сокращение запасов (сырье, полуфабрикаты и готовая продукция), сокращение штатов, ускорение закрытия финансового процесса и т.д. [2].

Часто ERP путают с различными прикладными решениями и программными комплексами, выполняющими те или иные бизнес-задачи. Нередко аналогом такой системы считают CRM – системы, а также в качестве альтернатив предлагают различные программы бухгалтерского учета, созданные исключительно для формирования финансовой и налоговой отчетности.

Отличить ERP - системы от других систем просто. ERP-система: интегрирует задачи всех отделов и базы данных предприятия: от работы с клиентами и бухгалтерии до производства и логистики; помогает в выполнении разных задач предприятия;

позволяет создать единую информационную среду.

Главная задача ERP-системы – оптимизация управления всеми ресурсами предприятия не зависимо в какой форме они представлены. Это единая система, включающая решения для инженерного отдела, бухгалтерии, отдела снабжения, склада, кадров и др.

Таким образом, CRM и ERP -системы - это не конкурирующие продукты, которые не могут существовать друг без друга. ERP-система - это залог производства конкурентоспособной и качественной продукции, а CRM – система - инструмент обеспечения сбыта продукции и формирования устойчивого положения организации на рынке.

Список литературы

1. Горохова И.Ю. Современные информационные технологии как инструмент управления информационными ресурсами предприятия // Транспорт: наука, образование, производство. Труды международной научно-практической конференции. 2016. С. 118-121.
2. Дэниел О'Лири. ERP системы - Современное планирование и управление ресурсами предприятия. – М.: «Вершина», 2004.
3. Информатика для экономистов: учебник / Под общ. ред.В.М. Матюшка. – М.: ИНФА-М, 2007.
4. Успенский И.В. Интернет-маркетинг: учебник. - СПб.: Изд-во СПбГУЭиФ, 2003.
5. Современные информационные технологии как инструмент управления информационными ресурсами предприятия/ Горохова И.Ю.// В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство, труды международной научно-практической конференции. 2016. С. 118-121.
6. Автоматизированные информационные системы поддержки менеджмента/ Горохова И.Ю.// В сборнике: Прогрессивные технологии и процессы, Сборник научных статей Международной молодежной научно-практической конференции: в 2-х томах. 2014. С. 148-151.
7. О подготовке педагогических кадров к использованию информационно-коммуникационных технологий в образовательном процессе/ Горохова И.Ю.// Известия Волгоградского государственного педагогического университета. 2006. № 4 (17). С. 70-75.
8. Компьютер как средство повышения эффективности научно-исследовательской деятельности студентов/ Горохова И.Ю., Савченко С.В., Омарова А.Д.// Вестник Ессентукского института управления, бизнеса и права. 2015. № 11. С. 246-250.
9. Планирование, прогнозирование и моделирование на железнодорожном транспорте/ Горохова И.Ю., Беляева С.В., Маслова Т.Н.// Кант. 2018. № 2 (27). С. 265-269.
10. Подход к оценке эффективности создания инновационной геоинформационной продукции/ Николаев В.Н., Горбатенко С.А., Зайцев С.А., Толстолыткин А.В., Шуклина А.А.// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2015. № 5 (10). С. 29-34.
11. Информационная система обеспечения управления образовательным медицинским учреждением/ Николаев В.Н., Гранкин А.Н., Алябьев И.В.// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2015. № 5 (10). С. 24-29.
12. Модель организации технико-экономических ресурсов инновационного предприятия/ Николаев В.Н., Дорохов Д.С., Толбин А.Э.// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2017. № 4. С. 59.
13. Методология управления развитием научно-производственных предприятий на основе контроллинга/ Кузьмин Г.В., Николаев В.Н., Рогатин С.И.// Курск, 2019.

14. Модели и методы управления внутренним конкурентным потенциалом вуза/ Николаев В.Н., Ткаченко К.А.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 1. С. 124-129.

15. Организация инфраструктуры системы управления инновациями высшего учебного заведения/ Вертакова Ю.В., Николаев В.Н.// Известия Юго-Западного государственного университета. 2011. № 6-1 (39). С. 37-41.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ НЕПРЕРЫВНОГО ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА

*Данилушкин Александр Иванович, д.т.н., профессор, профессор,
Данилушкин Василий Александрович, к.т.н., доцент, доцент
Самарский государственный технический университет, г. Самара*

В статье рассматриваются вопросы автоматического управления режимами работы индукционных нагревателей непрерывного действия. Разработка энергосберегающих способов и средств регулирования процессов нагрева заготовок является одним из важных условий эффективного функционирования технологических линий обработки металла на деформирующем оборудовании. Решение поставленной задачи можно осуществить только с использованием широкого охвата ряда направлений: выбор оптимальных конструкторских решений, обеспечивающих минимальные общие потери энергии в установившемся режиме работы технологической линии; уменьшение времени перехода из одного установившегося режима на другой; снижение количества некондиционных заготовок вследствие неполной управляемости процесса в нестационарных режимах; полной автоматизации процесса как в установившихся, так и в переходных режимах.

Динамика процесса индукционного нагрева полых стальных заготовок с допустимым для практических целей приближением описывается математической моделью процесса нагрева теплотехнически тонкого тела, что дает возможность в ряде распространенных на практике технологических процессов использовать аналитический подход к решению задачи оптимизации процессов управления.

В работе [1] приведены результаты исследования оптимальных алгоритмов управления переходными режимами односекционного индукционного нагревателя при дискретно-непрерывном характере передвижения заготовок через индуктор. При этом не учитывалась неравномерность распределения мощности внутреннего тепловыделения по длине индуктора. Однако, такое допущение может привести к существенной ошибке при нагреве в индукторе непрерывного действия ферромагнитных изделий.

В действительности при нагреве ферромагнитных заготовок до температур пластической деформации распределение мощности внутренних ис-

точников тепла по длине индуктора отличается существенной неравномерностью, которую необходимо учитывать.

В наиболее общем случае математическая модель индукционного нагрева металла может быть представлена нелинейной системой дифференциальных уравнений Максвелла для электромагнитного поля и уравнения теплопроводности Фурье [2].

Решение задачи управления с использованием нелинейной модели можно получить только численными методами для каждой конкретной ситуации.

В настоящей работе рассматривается приближенная математическая модель, в которой принята ступенчатая аппроксимация температурной зависимости распределения мощности внутреннего тепловыделения. Распределение мощности по длине индуктора представлено в виде трех интервалов с постоянным уровнем мощности на каждом интервале. Такой подход позволяет отдельно решать электромагнитную и тепловую задачи.

Предложена методика расчета оптимального алгоритма изменения мощности, подводимой к индуктору, исходя из требований обеспечения основного технологического условия – равенства текущего значения температуры металла на выходе из нагревателя заданному значению с допустимым отклонением, т.е. $\theta_{max}(L,t) = \theta_{зад}(L) \pm \epsilon$, где $\theta_{max}(L,t)$ и $\theta_{зад}(L)$ – соответственно текущее и заданное значения температуры металла на выходе из нагревателя, ϵ – допустимое отклонение температуры. Методика апробирована на примере нагрева ферромагнитных заготовок в форме колец, математическая модель которых может быть представлена моделью нагрева теплотехнически тонкого тела. В этом случае процесс непрерывного нагрева кольцевых ферромагнитных заготовок внутренними источниками тепла описывается уравнением

$$\frac{\partial \theta(x, \tau)}{\partial \tau} = -v(\tau) \frac{\partial \theta(x, \tau)}{\partial x} + \kappa P(\tau) F(x) - \beta \theta(x, \tau) \quad (1)$$

с начальным и граничным условиями вида

$$\begin{cases} \theta(0, x) = \theta_0(x) \\ \theta(\tau, 0) = 0 \end{cases}, \quad (2)$$

где, $P(\tau)$ и $F(x)$ – функции распределения мощности теплоисточников во времени и по длине нагревателя, $v(\tau)$ – скорость передвижения заготовок через индуктор. Поиск оптимального управления сводится к определению такого управляющего воздействия, при котором i -ое сечение металла, находящееся на выходе из индуктора, достигнет заданного значения. Это управление получено из уравнения (1) при заданных начальных условиях. Используя известную [3, 4] методику, находим электрические параметры индуктора и требуемое для обеспечения найденного значения мощности $P_i(\tau)$ напряжение $U_i(\tau)$ на индукторе. На рисунке представлена оптимальная программа изменения напряжения при пуске индуктора с холодной за-

грузкой. Она состоит из участка работы на ограничении по напряжению (первый интервал) и периодической кусочно–непрерывной функции с периодом T , сходящейся к установившемуся значению $U_{уст}$.

Алгоритм управления на «особом» участке реализован в замкнутой оптимальной системе. Реализация найденного выше алгоритма управления в замкнутой оптимальной системе осуществляется на основании информации о температуре металла в определенной точке внутри нагревателя.

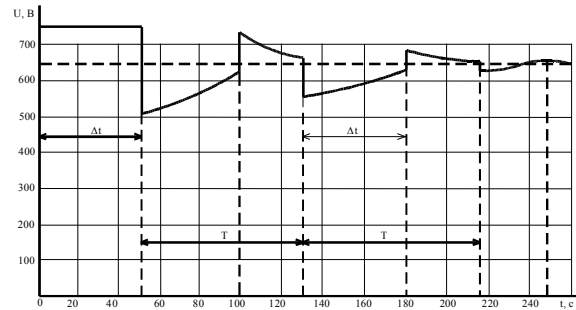


Рис.1. Оптимальный алгоритм при пуске нагревателя

Параметрическая зависимость управляющего воздействия $P(\theta)$ от температуры в контролируемой точке представляется в виде двух сопрягающихся кусочно–линейных участков, сходящихся в точке нового установившегося режима

$$P_n(\theta) = \begin{cases} z_{1n}\theta(x, \tau) + d_{1n}, \forall \tau \in [nT_1, nT_1 + \tau_1] \\ z_{2n}\theta(x, \tau) + d_{2n}, \forall \tau \in [nT_1 + \tau_1, (n+1)T_1] \end{cases} \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (3)$$

Здесь z_{1n} , z_{2n} – коэффициенты наклона линейных участков фазовой траектории, d_{1n} , d_{2n} – начальные значения n -ого линейного участка. На каждом интервале непрерывности управляющего воздействия обратная связь дважды меняет свой знак. Траектория движения замкнутой оптимальной системы представлена на рис.2.

Здесь линии OA, OC, OB – линии переключения управляющей функции $P(\theta)$, на которых происходит смена знака обратной связи и начального уровня очередного интервала управления.

Переход с одной траектории движения на другую происходит в моменты

времени $nT_1 + \frac{x}{V_1}$ и $(n+1)T_1$. В моменты времени $(n+1)T_1$ имеет место скачок мощности до уровня, соответствующего начальному значению мощности на $(n+1)$ -ом интервале. Одновременно происходит смена величины и

знака обратной связи. В моменты времени $nT_1 + \frac{x}{V_1}$ обратная связь вновь изменяет величину и знак уже при плавном изменении мощности $P(\theta)$ внутри ее интервала непрерывности.

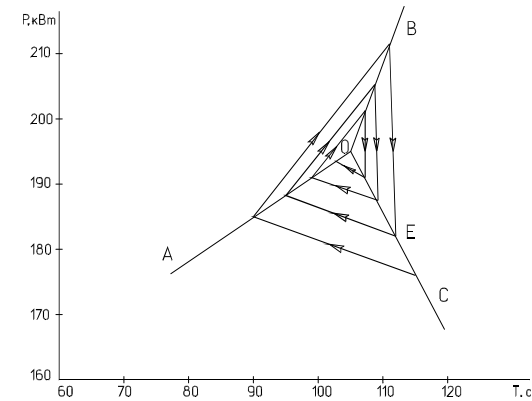


Рис.2. Фазовый портрет замкнутой оптимальной системы

Таким образом, в пределах каждого интервала непрерывности управляющего воздействия $P_n(\theta)$ на плоскости параметров $P(\tau) - \theta(x, \tau)$ имеются две точки, определяющие моменты переключения. Координаты этих точек находятся из (3) для любого интервала непрерывности ($n = 0, 1, 2, \dots$).

Характер функциональных зависимостей линии переключения и траектории движения от параметров системы – начальной скорости V_0 , конечной V_1 и номера интервала управления – легко устанавливается на основе анализа зависимостей угловых коэффициентов фазовой траектории от параметров процесса. Анализ этих зависимостей показывает, что угловые коэффициенты z_{1n} и z_{2n} и начальные условия d_{1n} и d_{2n} линейных участков фазовой траектории в диапазоне рабочих скоростей зависят только от скорости V_1 и являются линейными функциями.

На основе проведенных исследований разработана структура оптимальной замкнутой по температуре металла системы управления процессом непрерывного индукционного нагрева в переходных и установившихся режимах работы, реализованная на базе рабочей станции AWS-825 B/825PB и блочно–модульных преобразователей ADAM 4018 и ADAM 4021 фирмы Advantech, которая обеспечивает минимум энергозатрат при удовлетворительном качестве управления в стационарных и переходных режимах.

Список литературы

1. Базаров А.А., Данилушкин А.И., Данилушкин В.А. Комплексное моделирование и управление процессом непрерывного индукционного нагрева ферромагнитных заготовок. Вестник СамГТУ. Серия «Технические науки», 2016г., Вып. № 2. (50). С.128–139

2. Слухоцкий А.Е., Рыскин С.Е. Индукторы для индукционного нагрева машиностроительных деталей. Л.: Энергия, 1975. – 183 с.

3. Немков В.С., Демидович В.Б. Теория и расчет устройств индукционного нагрева. – Л.: Энергоатомиздат, 1988. – 280 с.

4. Немков В.С., Демидович В.Б. Экономичные алгоритмы численного расчета устройств индукционного нагрева//Изв. вузов. Электромеханика.–1984. №11.– с. 13–18.

РАСЧЕТ ВЕЛИЧИНЫ ОПТИМАЛЬНОГО ЗАЗОРА ПРИ ВЫРУБКЕ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА

Дёмин Кирилл Николаевич, студент

Зубков Виталий Вадимович, студент

Степанова Валентина Сергеевна, студент

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева

Известно, что при вырубке заготовок из листового материала качество поверхности среза зависит от величины зазора между матрицей и пуансоном [1]. При слишком маленьком или слишком большом зазоре качество поверхности среза будет минимальным. Под качеством поверхности среза понимают получение чистой, без рванин, трещин и заусенцев боковой поверхности металла.

Величину нормального двустороннего зазора, при котором качество поверхности среза удовлетворительно, определяют в диапазоне $Z_{\min} \dots Z_{\max}$. Выбор значения зазора при этом будет оказывать влияние на величину работы деформации и усилие совершения операции; чем меньше величина выбранного зазора, тем выше становится износ инструмента и снижается его стойкость (главным образом матриц). Разделение материала при вырубке носит скалывающий характер, которому при правильно подобранном зазоре должен предшествовать сдвиг. Чем позже начинается скол, тем выше качество поверхности заготовки. При нормальном зазоре, трещины, идущие от режущих кромок инструмента, совпадают, что и обеспечивает наилучшее качество.

Качественно вырубленная заготовка показана на рис. 1–а. Часть поверхности (посередине) имеет т.н. блестящий пояс, сверху находится зона смятия, зона скола расположена в нижней части заготовки.

При малом зазоре скалывающие трещины не совпадают, а идут параллельно друг другу. В результате на боковой поверхности заготовки образуется рванина (рис. 1–б) и происходит расслоение материала на поверхности среза.

Слишком большой зазор при вырубке листового материала толщиной до 1,5 мм вызывает втягивание материала с последующим разрывом, в результате чего образуется т.н. заусенец. При вырубке заготовок толщиной

более 1,5 мм кромка детали со стороны матрицы сильно закругляется (рис. 1–в).

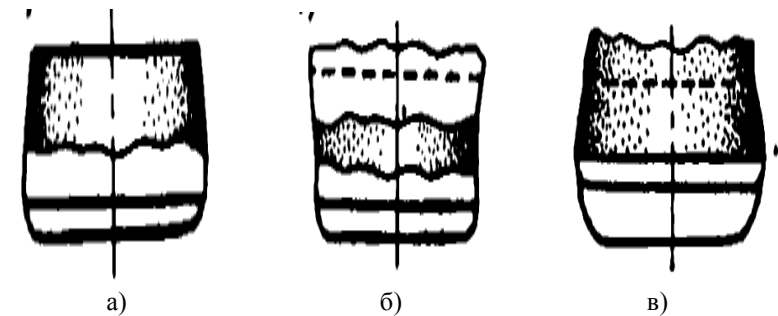


Рисунок 1 – Качество поверхности среза в зависимости от величины зазора:

(а) – хорошее качество, нормальный зазор; (б) – плохое качество, уменьшенный зазор; (в) – плохое качество, увеличенный зазор

В процессе работы при вырубке происходит износ инструмента, связанный с затуплением режущих кромок на матрице и пуансоне, в результате чего качество поверхности среза ухудшается. Выбор величины оптимального зазора из заданного диапазона нормальных значений $Z_{\min} \dots Z_{\max}$ для получения качественной поверхности среза при минимальном износе инструмента в конкретных производственных условиях является актуальной задачей разделительных операций листовой штамповки.

При численном моделировании величина выбранного зазора должна обеспечивать получение качественной поверхности при минимальных значениях напряжений, действующих на поверхности инструмента. При анализе напряженно-деформированного состояния материала заготовки при вырубке установлено, что ответственными за образование трещины являются тангенциальные напряжения σ_{θ} , действующие в зоне, расположенной у режущей кромке пуансона они всегда сжимающие, в зоне расположенной у режущей кромке матрицы – сжимающие при нормальном зазоре, и растягивающие – при увеличенном.

Схема напряженно деформированного состояния при вырубке показана на рис. 2.

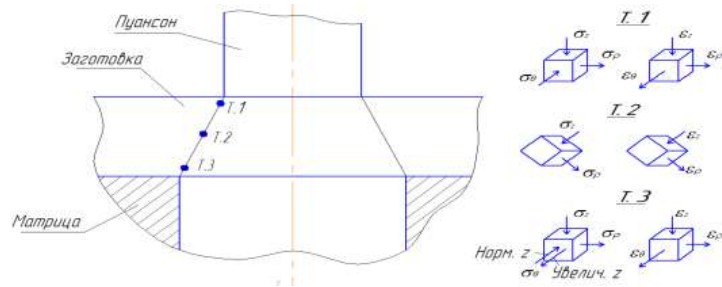


Рисунок 2 – Схема напряженно деформированного состояния при вырубке

При моделировании заданы следующие начальные и граничные условия:

Толщина заготовки – 1 мм;

Диаметр заготовки – 200 мм;

Материал: Сталь 08кп.

Минимальное и максимальное значение нормального двустороннего зазора z , для такого материала составляет: $z_{\min} = 0,04$ мм; $z_{\max} = 0,08$ мм.

Данные по материалу:

- начальный предел текучести

$$\sigma_T = 180 \text{ МПа};$$

- предел прочности

$$\sigma_B = 330 \text{ МПа};$$

- относительное удлинение при разрыве

$$\square = 0,28;$$

- модуль упругости первого рода

$$E = 2,03 \cdot 10^5$$

МПа;

- модуль упругости второго рода

$$G = 8 \cdot 10^4 \text{ МПа};$$

- твердость

$$HB = 130 \text{ МПа};$$

- коэффициент Пуассона

$$\mu = 0,27;$$

- коэффициент трения

$$f_{\text{тр}} = 0,1$$

Величина зазора варьировалась в пределах трёх значений:

$z_1 = 0,04$ мм; $z_2 = 0,06$ мм; $z_3 = 0,08$ мм (зазор – двусторонний)

Кривая упрочнения задана зависимостью, представленной на рис. 3.

Моделирование проводилось методом конечных элементов в среде ППП «ШТАМП». Расчётная схема процесса показана на рис. 4. Рассматриваем половину заготовки.

При изменении значения z в интервале $0,04 \dots 0,08$ мм с шагом в $0,02$ мм значение одностороннего зазора $z/2 = 0,02$; $0,03$ и $0,04$ мм.

Тело заготовки разделено на пять суперэлементов; конечно-элементная сетка сшитая.

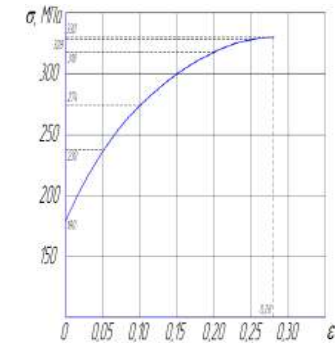


Рисунок 3 – Кривая упрочнения материала Сталь 08кп

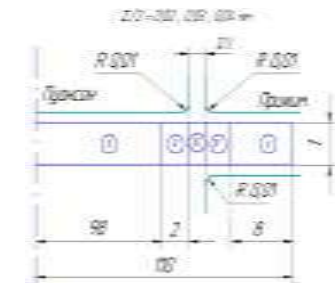


Рисунок 4 – Расчетная схема процесса вырубки

Задача решается как осесимметричная.

Задачей моделирования является определение значения зазора из указанного диапазона, при котором величина параметра Оджвиста ϵ_p и тангенциальных напряжений σ_θ будут иметь наибольшее значение; при этом) тангенциальные напряжения в зоне заготовки, прилегающей к рабочим кромкам инструмента (в зоне реза) должны быть сжимающими. Величина интенсивности напряжений σ_i на рабочей кромке матрицы и пуансона должна быть минимальной, или не превышать значения $0,5\sigma_{\text{см}}$ материала инструмента.

Результаты моделирования позволят определить оптимальную величину зазора при вырубке для получения деталей высокого качества.

Список литературы

1. Зубцов, М.Е. Листовая штамповка: учебник / М.Е. Зубцов. – Л.: Машиностроение, 1980. – 432 с.

ОБЗОР ФИЛАМЕНТОВ С УНИКАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ 3D ПЕЧАТИ МЕТОДОМ ПОСЛОЙНОГО НАПЛАВЛЕНИЯ

*Дожделев Алексей Михайлович, к.т.н., ст. преподаватель
ФГБОУ ВО «ТвГТУ»*

В статье рассмотрен вопрос оптимального выбора филаментов с уникальными свойствами для 3D печати методом послойного наплавления. Приведены наиболее часто встречаемые на рынке и уникальные материалы, позволяющие изготавливать модели с уникальными свойствами. К ним относятся механические и химические свойства, а также внешний вид, к примеру, прозрачность, имитация дерева, металла и пр.

Ключевые слова: 3D печать, термопластик, послойное наплавление, филамент, ABS, PLA, SBS, PET, PC, HDPE, PP, PCL, PPS.

Вопрос о выборе филамента-материала для 3D печати всегда стоит остро, особенно если речь касается не бытовых задач, а вопросов производства. В данной статье рассмотрен подбор материалов для технологии 3D печати методом послойного наплавления (Fused Filament Fabrication или FFF). Данная технология наиболее распространена на мелких предприятиях, в сфере бизнеса и в быту за счет своей простоты и доступности [1,2,3].

В ряде случаев при помощи 3D принтера требуется изготовить модель или готовое изделие с уникальными свойствами, нетипичными для обычного термопластика, к примеру ABS (акрилонитрил бутадиен стирол) или PLA (полилактид). К таким свойствам можно отнести прозрачность. Данным свойством могут обладать ряд филаментов, к ним относятся PETG, ABS и SBS (стиролбутадиен–стирол) Выбор конкретного вида филамента, обладающего прозрачностью, зависит прежде всего от требований к механическим, химическим и прочим свойствам изделия, а также от стоимости этого материала (если единственное требование к модели-прозрачность, то можно выбирать наиболее доступный по цене материал). Стоит заметить, что только что напечатанное на 3D принтере изделие из такого материала непрозрачно, так как требуется обработка при помощи растворителя, которым нужно покрывать изделие и подвергать интенсивному просушиванию. Также важно отметить, что изделия, которые нужно выполнить из прозрачного пластика, должны быть полыми и иметь максимально возможную для принтера толщину стенки [4].

Другим видом филамента является поликарбонат (PC), который нашел широкое применение в промышленности и строительстве за счет своих высоких свойств, таких как прочность, ударная вязкость и стойкость к низким температурам. Печать таким материалом также требует вентиляции рабочей области, при этом печать производится при довольно высокой температуре ~265 °С, на что способны далеко не все «бытовые» принтеры. Поликарбонат склонен к деформации и растрескиванию при печати, что

требует подогрева стола и области печати. Этот материал также отличается высокой влагопоглощающей способностью [5].

Другой популярный в быту, но не в 3D индустрии материал – полиэтилен (HDPE). Он легко плавится (130-145 °С), что приводит к плохому схватыванию слоев. Также данный материал токсичен при печати и отличается высокой ударной вязкостью, что играет негативную роль при печати - происходит закрутка первых слоев и деформация модели при неравномерном остывании [5]. Однако эти негативные факторы компенсируются дешевизной и доступностью, кроме того можно наладить собственное производство такого материала из пластиковой тары на довольно доступном или даже самодельном оборудовании, так как оно довольно просто в изготовлении, особенно для обладателя 3D принтера [6].

Полипропилен (PP) – другой вид материала, традиционно используемый для изготовления упаковочных материалов, шприцов, посуды и пр. Он более химически стоек, нетоксичен, имеет меньшую плотность, стоек к воздействию влаги и износу, а также довольно доступен. Недостатком его является низкая морозостойкость (-5 °С), а также разрушение под воздействием ультрафиолета. Ключевым недостатком при 3D печати является высокая усадка (в 3 раза выше, чем у ABS) [5].

Поликапролактон (PCL) – другой редкий филамент, отличающийся низкой температурой плавления (60 °С), а также являющийся биоразлагаемым материалом. С одной стороны эти свойства можно считать крайне привлекательными для обладателей 3D принтеров, однако на практике далеко не все принтеры способны осуществлять нагрев экструдера до столь низких температур. Данный материал нетоксичен, что способствует его применению в медицине. Высокая пластичность и вязкость делает его непригодным для многих технических целей, однако способствует вторичной переработке. Из него можно изготавливать пищевые контейнеры, макеты и пр., однако следует учитывать низкую термостойкость этого материала (все же 60 °С) [5].

Также довольно интересным филаментом является полифенилсульфон (PPSU), так как он обладает высокой прочностью, химической и термостойкостью, является негорючим и химически инертным. Этот материал часто применяется в авиационной промышленности, так как диапазон температур его эксплуатации впечатляет: от -50 до 180 °С. Однако есть одно большое «но» - температура плавления такого филамента ~370 °С. Такая температура под силу крайне малому числу принтеров, оснащенных керамическими соплами [5].

Оргстекло, широко применяемое еще в СССР, тоже нашло свое место в 3D индустрии. Полиметилметакрилат – материал, обладающий комплексом высоких эксплуатационных характеристик. Он не разрушается под действием ультрафиолета, влагоустойчив, прочен и экологичен. Однако при печати методом FDM/FFF имеются ряд существенных трудностей. Этот материал крайне плохо хранится в виде катушек с нитью, где из-за

постоянного напряжения материал постепенно разрушается. Вторым негативным фактором, приводящим к проблемам при печати методом послойного наплавления, является необходимость высокой точности при печати, недостижимой для бытовых версий 3D принтеров, а также повышенный контроль температуры рабочей области печати. В связи с этим данный материал чаще применяют при фотополимерной печати [5].

Помимо вышеперечисленных распространенных и более редких филаментов на рынке можно встретить материалы для 3D печати, имитирующие различные материалы, не являющиеся пластиками. К ним можно отнести имитаторы дерева, к примеру LAYWOOD3. Имитация создается за счет присутствия в филаменте либо настоящих древесных опилок (около 40%), а в ряде иных материалов кокосового волокна. На данный момент активно ведется разработка филаментов, имитирующих песчаник или даже металлы. Однако они, также как и прозрачные филаменты, требуют постобработки, чтобы их внешний вид стал напоминать необходимый материал. К недостаткам таких материалов можно отнести дороговизну и редкость на рынке, особенно российском.

Огромное разнообразие различных видов материалов для 3D печати с одной стороны открывает широкие возможности, в том числе и для бизнеса, а с другой требует все более тщательного изучения современного рынка 3D материалов, чему и посвящена данная обзорная статья.

Список литературы

1. Мартынов, Р.С. 3D моделирование и 3D печать. Методы, технологии, инновации [Текст] / Р.С. Мартынов // Сборник научных статей V международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 54-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. - Краснодар, 2015. – С. 190-193.
2. Кангин, М.В. Анализ и выбор материала для печати детали «графарет» на 3D принтере [Текст] / Е.К. Михеев, М.А. Солдатова // Межвузовский сборник статей по материалам IV Всероссийской научно-практической конференции. Арзамасский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2017. – С. 213-216.
3. Вицукаев, А.В., Принцип выбора материала для антенны типа "волновой канал", напечатанной с помощью 3D-принтера [Текст] / О.В. Павлович, Ю.М. Царькова, А.А. Масленникова // Электроника и микроэлектроника СВЧ. - 2018. – С. 58-62.
4. Постобработка прозрачных пластиков "Filamentano!" [электронный ресурс] / Адрес в сети Интернет: <https://3dtoday.ru/blogs/molchanoff/postprocessing-of-transparent-plastics-filamentano>.
5. Как выбрать филамент высокого качества [электронный ресурс] / Адрес в сети Интернет: https://3dtoday.ru/wiki/high_filament.
6. Lyman / Mulier Filament Extruder V5 [электронный ресурс] / Адрес в сети Интернет: <https://www.thingiverse.com/thing:380987>.

СЕРТИФИКАЦИЯ СИСТЕМЫ КАЧЕСТВА КАК ЧАСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Егоров Михаил Константинович, магистрант

Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

Сейчас в современных условиях эффективное управление представляет собой ценный ресурс организации, наряду с финансовыми, материальными и человеческими ресурсами. Следовательно, повышение эффективности управленческой деятельности становится одним из направлений совершенствования деятельности предприятия в целом. Наиболее очевидным способом повышения эффективности протекания трудового процесса является его автоматизация. Управленческий труд отличается сложностью и многообразием, наличием большого числа форм и видов, многосторонними связями с различными явлениями и процессами. Это прежде всего труд творческий и интеллектуальный. На первый взгляд, большая его часть вообще не поддается какой-либо формализации. Поэтому автоматизация управленческой деятельности изначально связывалась только с автоматизацией некоторых вспомогательных, рутинных операций. Но бурное развитие информационных компьютерных технологий, совершенствование технической платформы и появление принципиально новых классов программных продуктов привело в наши дни к изменению подходов к автоматизации управления производством.

Информационные технологии – это прежде всего инструмент управления. Процесс, использующий совокупность методов и средств реализации операций сбора, регистрации, передачи, накопления и обработки информации на базе аппаратного обеспечения для решения управленческих задач.

Автоматизированные информационные системы для информационной технологии – это основная среда, составляющими элементами которой являются средства и способы для преобразования данных.

Основная цель автоматизированной информационной технологии - получать посредством переработки первичных данных информацию нового качества, на основе которой вырабатываются оптимальные управленческие решения.

Информационные системы управления позволяют:

- повышать степень обоснованности принимаемых решений за счет оперативного сбора, передачи и обработки информации;
- обеспечивать своевременность принятия решений по управлению организацией в условиях рыночной экономики;
- добиваться роста эффективности управления за счет своевременного представления необходимой информации руководителям всех уровней управления из единого информационного фонда;
- согласовывать решения, принимаемые на различных уровнях управления и в разных структурных подразделениях;

- за счет информированности управленческого персонала о текущем состоянии экономического объекта обеспечивать рост производительности труда, сокращение непроектных потерь и т. д.

В отечественных условиях внедрение современных информационных технологий управления без соответствующих изменений системы управления в целом неэффективно. Реорганизация промышленного предприятия и внедрение информационных технологий должны начинаться с разработки стратегии предприятия.

Изменения системы управления должны включать в себя:

- совершенствование организационной структуры;
- сертификацию системы качества;
- внедрение процессного подхода к управлению предприятием.

Сертификация — деятельность третьей стороны, независимой от изготовителя и потребителя продукции, по подтверждению соответствия продукции установленным требованиям. Сертификация бывает как обязательная, так и добровольная.

Обязательная сертификация. Она создается для той продукции, в документах на которую содержатся требования к экологичности, безопасности использования людьми. В таком случае, без соответствующего сертификата производитель не только не может регистрировать или реализовывать свою продукцию, но и изготавливать ее на предприятии.

Добровольная сертификация. Под ней предусматривается такая система подтверждения качества продукции, которая проводится по желанию и инициативе руководства организации. Чаще всего ее проводят те предприятия, которые хотят получить преимущество на рынке.

Организация создает, обеспечивает и улучшает качество продукции при помощи сети процессов, которые должны подвергаться анализу и постоянному улучшению. Для обеспечения правильного управления организации взаимодействия между процессами в сети у каждого из них должен быть «владелец» – лицо, несущее ответственность за данный процесс. Этот «владелец» должен обеспечивать однозначное понимание всеми участниками процесса их ответственности и полномочий, должен организовывать взаимодействие при решении проблем, охватывающих несколько функциональных подразделений предприятия.

Отдельный поставщик часто вовлекается в следующие ситуации: закупки и продажа продукции могут осуществляться как в рамках контрактной ситуации, так и вне контрактной ситуации, когда, например, способность поставщика к обеспечению качества удостоверена независимым органом по сертификации.

Важным моментом в доказательстве поставщиком способности производить качественную продукцию является документация системы качества:

- долгосрочные, среднесрочные и краткосрочные планы по выполнению политики качества;

- руководство по качеству, содержащий методологические и рабочие инструкции; методологические инструкции системы качества, дающие подробное описание элементов системы качества;

- рабочие инструкции, содержащие подробные технологии обеспечения качества на рабочих местах;

- типовые спецификации, спецификации поставщиков, которые передаются исполнителю заказа.

Традиционные модели систем управления не всегда позволяют обеспечивать реализацию сложных стратегий организационных изменений, поэтому необходимо совершенствовать и развивать саму систему управления, трансформировать ее в случае, если она перестала обеспечивать достижение целей развития организации. Менеджерам следует иметь в виду, что успех сложных изменений зависит от вдохновения и приверженности делу участников. Процесс, с помощью которого такие изменения управляются, так же важен, как и задача преобразований.

Список литературы

1. Кретова, Н.Н., Толстых, Т.О. Использование информационных технологий при принятии управленческих решений: учеб.-метод. пособие. - Воронеж, 2006.

2. URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-informatsionnykh-tehnologiy-v-sisteme-upravleniya-predpriyatiya>

3. URL:<https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Fhrportal.ru%2Farticle%2Finformacionnye-tehnologii-v-upravlenii>

4. URL:<http://www.opengl.org.ru/informatsionnye-tehnologii-upravleniya/primenie-informatsionnykh-tehnologii-v-upravlenii-organizatsiei.html>

УДК 621.9

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ СПИРОИДНЫХ ЗУЧАТЫХ КОЛЕС

Завадский А.В., Пешехонов К.Ю.

Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, Россия

Аннотация: В статье рассматривается применение спироидных передач при эксплуатации, обеспечивающие долговечности работы, плавного хода, повышение нагрузочной и перегрузочной способности. Показаны отличительные особенности геометрии и кинематики зацепления.

Ключевые слова: спироидная передача, редуктор, кинематика

Одной из важных областей применения зубчатых передач являются приводы, работающие при низких скоростях и высоких нагрузках. Многообразие таких приводов и применяемых в них передач определяется различными условиями их эксплуатации и различными по исполнению и функциональному назначению объектами, на которые они устанавливаются.

За последние годы все большее применение в силовых механизмах военной техники, передачах прецизионных станков, газо- и нефтедобывающей промышленности (запорной и запорно-регулирующей арматуре), разнообразных грузоподъемных механизмах, конвейерах, в сервоприводах роботизированных механизмов и других отраслях, находят спироидные передачи, появившиеся еще в 50-х годах прошлого столетия и занявшие свою нишу среди других разновидностей червячных передач [1,2].

Применение спироидных передач решает ряд конструктивных и проектировочных проблем: уменьшение габаритных размеров и массы, обеспечение долговечности работы при эксплуатации, использование плавного хода, повышение нагрузочной и перегрузочной способности и другие. Благодаря этому и таким отличительным особенностям геометрии и кинематики зацепления, как повышенный коэффициент перекрытия, исключение обратного хода и благоприятные условия контакта, спироидные передачи приобретают актуальность исследования в машиностроении.

Более технологичной является цилиндрическая спироидная передача, так как технология изготовления подобна червячной цилиндрической передачи. Такая схожесть изготовления дает возможность сравнивать такие характеристики, как качество обработки, погрешности профиля, кинематическую точность и плавность работы передачи.

Несмотря на все положительные качества и большой спектр использования спироидных передач в машинах и механизмах, в доступной справочной литературе отсутствуют сведения об особенностях технологии изготовления спироидных передач и рекомендованных режимах резания.

Освоение эффективных технологий производства спироидных колес в значительной степени упростится за счет разработки математической модели процесса формообразования на основании «комплексного метода

анализа и управления лезвийной обработки». Основой метода является математическое отображение изучаемого процесса, позволяющего контролировать в целом все пространство обработки [3].

Спироидное колесо, для которого производится виртуальное моделирование, представлено на рисунке 1.

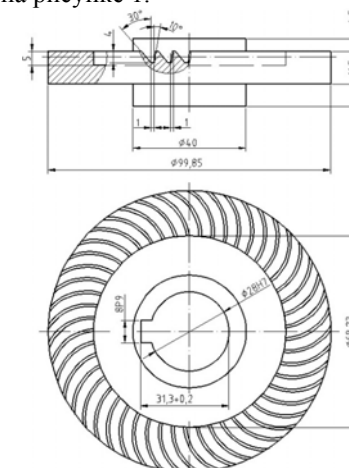


Рисунок 1 – Размеры спироидного колеса

Главным звеном для математической модели нарезания зубьев спироидного колеса является цилиндрическая червячная фреза. Эта фреза идентична спироидному червяку передачи (рисунок 2). Зубья червячной фрезы имеют профиль наклона боковых режущих кромок в 10° и 30°, но это не принципиально, применять можно любой необходимый профиль. Также расположение левой и правой рабочих сторон зубьев фрезы в математической модели зависит от направления зубьев спироидного колеса (по часовой или против часовой стрелки), для которого будет производиться моделирование.

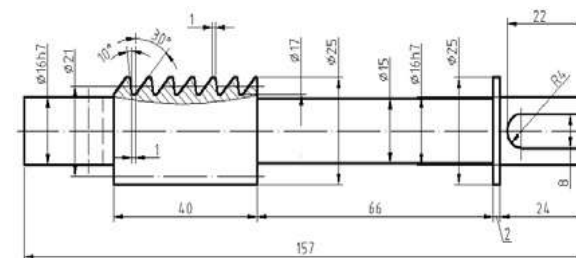


Рисунок 2 – Размеры цилиндрического спироидного червяка

Полученное математическое отображение позволяет задать любой исходный контур наклона лезвий зубьев червячной фрезы, необходимый шаг и рабочее положение. В перспективе данная методика исследования процесса обработки позволит прогнозировать значения сил резания и точность при обработке цилиндрического спироидного колеса.

Список литературы

1. Анферов, В.Н. Особенности проектирования приводов машин с самотормозящими цилиндрическими спироидными передачами [Текст] / В.Н. Анферов, А.В. Кузьмин // Строительные и дорожные машины. – 2015. – № 8. – С. 47-50.
2. Анферов, В.Н. Проектирование приводов подъемно-транспортных машин на основе спироидных передач с гарантированным ресурсом по износу: монография [Текст] / В.Н. Анферов. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 214 с.
3. Пешехонов, К.Ю. Вариант анализа пространства формирования зубьев спироидных колес / К.Ю. Пешехонов, А.С. Тарапанов // Механика XXI века. – Братск: Братский государственный университет. – 2017. – № 16. – С. 116-120.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СООТНОШЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛОЩАДЕЙ ТП И ТМО-МОДЕЛЕЙ
В УТИЛИЗАТОРЕ ТЕПЛОТЫ РЕКУПЕРАТИВНОГО ТИПА
ДЛЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ПЕРЕДАЧИ ТЕПЛОТЫ В ЯВНОЙ
И СКРЫТОЙ ФОРМЕ ОТ УХОДЯЩЕГО ВОЗДУХА
К ПРИТОЧНОМУ**

Зозулева Анна Юрьевна, магистр

Саргсян Самвел Володяевич, к.т.н., доцент

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г.Москва

E-mail: ventokss@mail.ru

В статье предложено новое конструктивное решение утилизатора теплоты рекуперативного типа состоящего из 2-х этапов передачи явной и скрытой теплоты, а именно ТП и ТМО-модели. Анализ различных соотношений эффективности рассматриваемых процессов выявил оптимальные параметры указанной модели для максимальной передачи теплоты в явной и скрытой форме от уходящего воздуха к приточному. Также предложенная конструкция является экономичным и перспективным направлением по повышению энергоэффективности в системах вентиляции и кондиционирования воздуха, соответствующим государственным целям в соответствии с Распоряжением Правительства РФ от 27.12.2010 №2446-р «Об утверждении государственной программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года», так как позволяет повысить влагосодержание приточного воздуха.

Ключевые слова: утилизатор теплоты рекуперативного типа, кондиционирование воздуха, влагосодержание.

В связи с интенсивным ростом фортификационного строительства и развитием современных отраслей промышленности, кондиционирование микроклимата стало привычной составляющей различных зданий, а для технологических помещений неотъемлемой частью. В частности, к таким помещениям относят командные пункты, серверные, студии звукозаписи, помещения с большим количеством людей и оборудования, требование к устройству системы кондиционирования в которых регламентировано различными нормативными документами [1,2,3,4], а, следовательно, подлежит круглогодичному исполнению.

В зимний период в помещениях существенно снижается относительная влажность воздуха, что влияет на комфортное пребывание человека. Зависимость количества влаги в парообразном состоянии, которое может содержать воздух от температуры наглядно представлена на I-d диаграмме влажного воздуха:

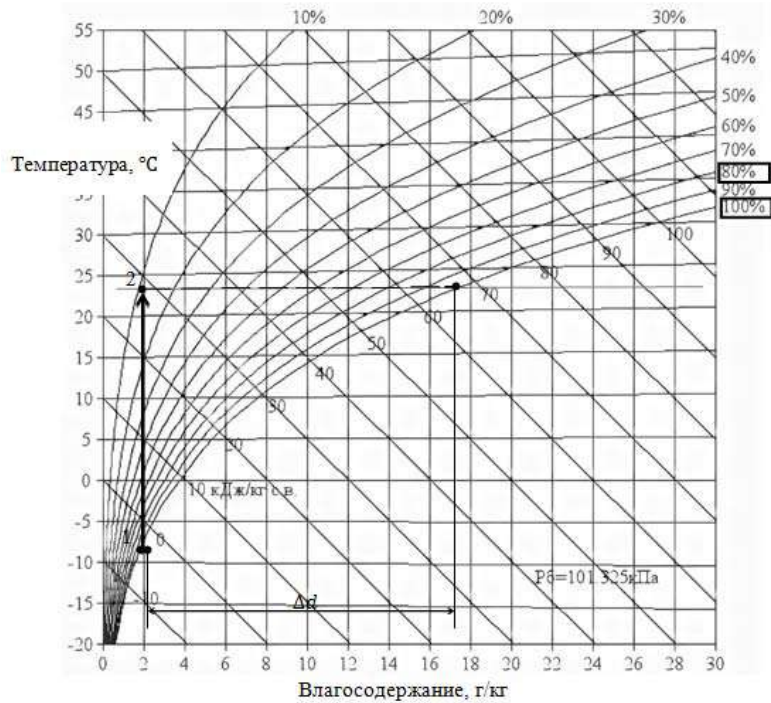


Рисунок 1 – I-d диаграмма влажного воздуха

Из диаграммы следует зависимость абсолютной влажности воздуха от его температуры. Например, если на улице – 10°C и относительная влажность воздуха 80 % (позиция 1), то его абсолютная влажность составляет 1,7 г/кг. Проникая в помещение, воздух нагревается и расширяется, сохраняя прежнее влагосодержание, то есть при температуре в помещении + 23°C его относительная влажность составляет всего 7 % (позиция 2).

Согласно уравнению состояния идеального газа, давление пропорционально плотности и температуре газа (в данном случае, водяного пара):

$$p = \frac{\rho}{\mu} RT, \text{ где} \quad (1)$$

ρ – плотность водяного пара
 μ – молярная масса водяного пара
 R – универсальная газовая постоянная
 T – абсолютная температура
 Исходя из формулы 1.2, следует

$$T = p \frac{\mu}{\rho R} \quad (2)$$

При увеличении температуры воздуха T и неизменном барометрическом давлении p его плотность уменьшается и он способен принять еще некоторое количество пара, а при снижении температуры, наоборот, плотность воздуха увеличивается и он вытесняет «лишний» пар.

Таким образом, в зимний период времени наружный воздух, поступающий в помещение, требует увлажнения для комфортного пребывания людей.

Предположим, что в утилизаторе рекуперативного типа, расположенном в жилом помещении, происходит процесс теплообмена поступающим и уходящим воздухом. Увеличение величины абсолютной влажности воздуха и его влагосодержания возможно согласно выражению 1.3 при повышении температуры. Следовательно, разделим конструкцию рекуперативного утилизатора на 2 процесса: теплопередачи ТП (I этап) и теплообмена ТМО (II этап).

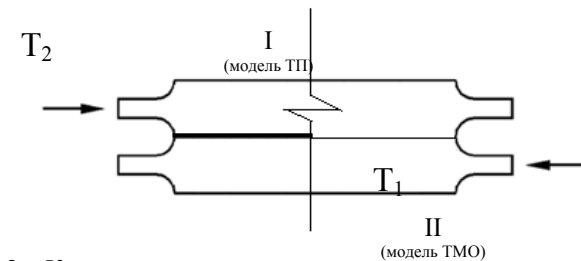


Рисунок 2 – Конструкция утилизатора теплоты рекуперативного типа состоящего из 2-х этапов – ТП и ТМО-модели

Температура рабочей поверхности канала изменяется по длине и по времени.

Принимаются следующие допущения:

- рекуператор теплоизолирован, поэтому потери тепла в окружающую среду отсутствуют;

- теплофизические свойства рекуператора и воздуха постоянны;

Процессы теплопереноса в рекуператоре описываются уравнением теплового баланса, которое для однофазовых теплоносителей имеет следующий вид [5,6]:

$$Q = G_1 \cdot c_{p1} \cdot (T_1' - T_1'') = G_2 \cdot c_{p2} \cdot (T_2'' - T_2'), \text{ где} \quad (3)$$

Q – тепловая мощность теплообменного аппарата, Вт;

G_1 – массовый расход вытяжного воздуха, кг/с;

G_2 – массовый расход приточного воздуха, кг/с;

c_{p2} – удельная массовая изобарная теплоемкость, Дж/(кг·К);

$T_2'' - T_2'$ – изменение температуры холодного теплоносителя, °С;

$T_1' - T_2''$ – изменение температуры горячего теплоносителя, °С;

Массовый расход воздуха выражается через нормируемую кратность воздухообмена которая согласно таблице 9.1 [7] для жилых помещений

составляет 30 м³/час на одного человека при общей площади квартиры на одного человека более 20 м. Тогда для двухкомнатной квартиры общей площадью 60 кв.м. при количестве проживающих человек – 3, значение воздухообмена равно 90 м³/час.

Согласно таблице 1 [1] средняя допустимая температура для большинства помещений жилых зданий равна 20°C.

Параметры наружного воздуха для зимних условий года следует принимать согласно п.5.13 [2] в соответствии с таблицей 10.1 [7].

Климатические условия будут рассмотрены для Москвы, характерные величины климатической зоны в которой представлены в таблице 1 [8].

Таблица 1

Город	Относительная влажность воздуха ¹ в зимний период	Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С обеспеченностью 0,92 ²	Удельная энтальпия, кДж/кг
Москва	82%	-25	-24,5

Для определения температуры холодного воздуха после подогрева (переход I – II) принимая значение температуры на вытяжке равное 4 °С, решим уравнение 1.4, используя понятие коэффициента рекуперации, характеризующий количественное выражение термодинамической эффективности передачи мощности для различных соотношений эффективности теплообменных поверхностей I и II – го этапов, а именно наиболее характерных 1:1, 1:4, 4:1.

1) Для 1:1 ($T_1'' = 20$ °С, $T_{1n} = 12$ °С)

$$Q = G_1 \cdot c_{p1} \cdot (T_{1n}' - T_1'') = G_1 \cdot 1005 \cdot 8$$

$$\text{Так как } G_1 = G_2, \text{ то } \Rightarrow T_{2n} = T_2' + \frac{Q}{c_{p2}}$$

Удельная теплоемкость c_{p2} зависит от искомой температуры T_{2n} , поэтому расчет ведем методом последовательных приближений. В первом приближении примем $T_{2n} = T_2' = -25$ °С. По табл. 1.65 [9] при средней температуре холодного теплоносителя $T_2 = (T_{2n} + T_2') / 2 = -25$ °С, находим $c_{p2} = 1,011$ кДж/(кг·К), соответственно

$$T_{2n} = -25 + \frac{8040}{1011} = -17$$
 °С

При этом расхождение Δ между принятым и полученным значением T_{2n} более 5%. Расчет повторяем для $T_{2n} = (-25 + (-17)) / 2 = -21$ °С, при котором теплоемкость $c_{p2} = 1,0094$ кДж/(кг·К). Результаты расчета для данного, а также последующих приближений приведены в таблице 2.

Таблица 2

№ расчета	Принятое значение T_{2n} , °С	Полученное значение T_{2n} , °С
1-е приближение	-25	-17
2-е приближение	-21	-17,035
3-е приближение	-19,0175	-17,03

2) Для 1:4 ($T_1'' = 20$ °С, $T_{1n} = 8$ °С)

$$Q = G_1 \cdot c_{p1} \cdot (T_{1n}' - T_1'') = G_1 \cdot 1005 \cdot 4, \text{ тогда}$$

$$T_{2n} = -25 + \frac{4020}{1011} = -21,02$$
 °С

При этом расхождение Δ между принятым и полученным значением T_{2n} более 5%. Расчет повторяем для $T_{2n} = (-25 + (-21,02)) / 2 = -23,01$ °С, при котором теплоемкость $c_{p2} = 1,00102$ кДж/(кг·К). Результаты расчета для данного, а также последующих приближений приведены в таблице 3.

Таблица 3

№ расчета	Принятое значение T_{2n} , °С	Полученное значение T_{2n} , °С
1-е приближение	-25	-21,02
2-е приближение	-21,02	-21,021

3) Для 4:1 ($T_1'' = 20$ °С, $T_{1n} = 16$ °С)

$$Q = G_1 \cdot c_{p1} \cdot (T_{1n}' - T_1'') = G_1 \cdot 1005 \cdot 20, \text{ тогда}$$

$$T_{2n} = -25 + \frac{20100}{1011} = -5,12$$
 °С

При этом расхождение Δ между принятым и полученным значением T_{2n} более 5%. Расчет повторяем для $T_{2n} = (-25 + (-5,12)) / 2 = -15,06$ °С, при котором теплоемкость $c_{p2} = 1,009$ кДж/(кг·К). Результаты расчета для данного, а также последующих приближений приведены в таблице 4.

Таблица 4

№ расчета	Принятое значение T_{2n} , °С	Полученное значение T_{2n} , °С
1-е приближение	-25	-5,12
2-е приближение	-15,06	-5,079

Так как процесс передачи теплоты в рекуператоре осуществляется в два этапа, то изменение температуры для процесса ТМО (II) будет описан на I-d – диаграммах. А именно процесс теплопередачи для конструкции утилизатора тепла рекуперативного типа состоящего из 2-х этапов – ТП и ТМО-модели будет следующим:

¹ Таблица 3.1. графа 16 СП 131.13330.2018 Строительная климатология

² Таблица 3.1. графа 5 СП 131.13330.2018 Строительная климатология

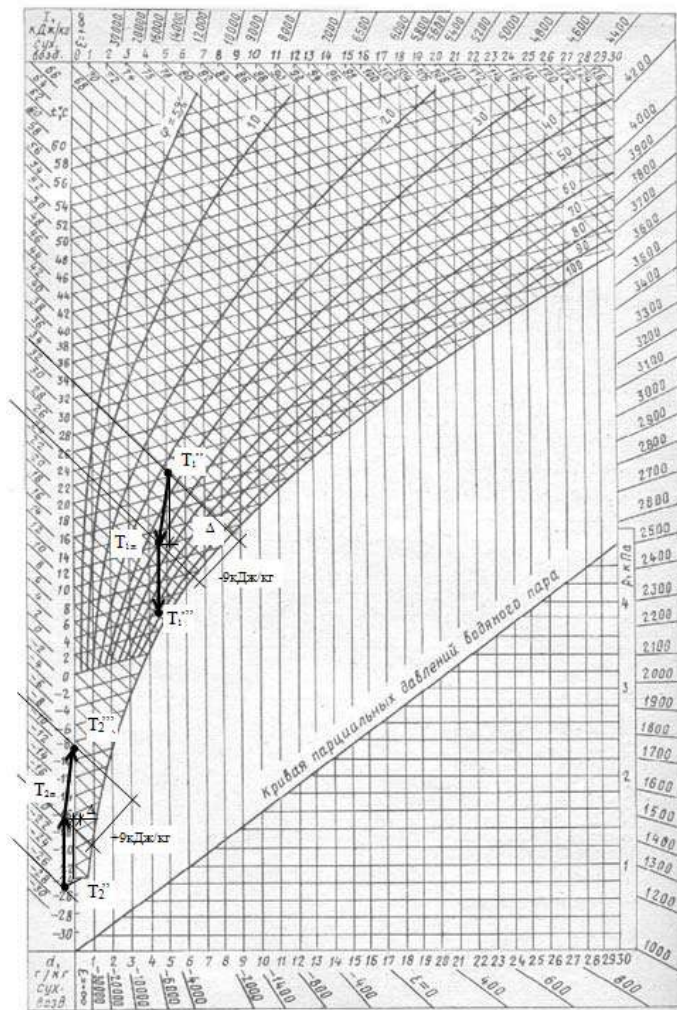


Рисунок 3 - Процесс теплопередачи для конструкции утилизатора тепла рекуперативного типа состоящего из 2-х этапов – ТП и ТМО-модели при соотношении эффективности теплообменных поверхностей I и II как 1:1.

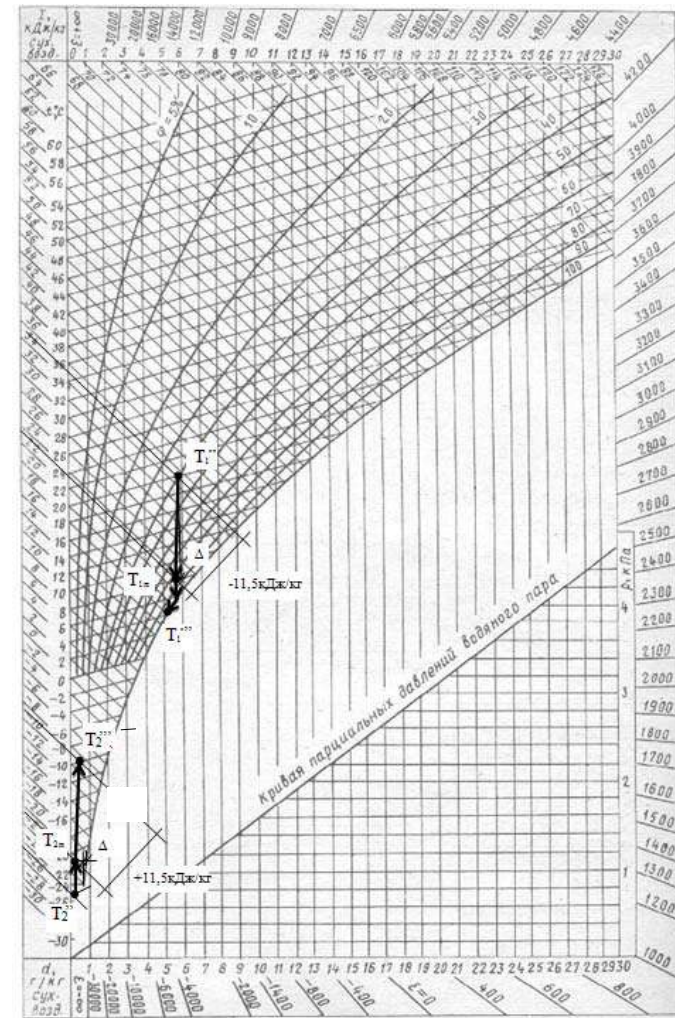


Рисунок 4 - Процесс теплопередачи для конструкции утилизатора тепла рекуперативного типа состоящего из 2-х этапов – ТП и ТМО-модели при соотношении эффективности теплообменных поверхностей I и II как 1:4.

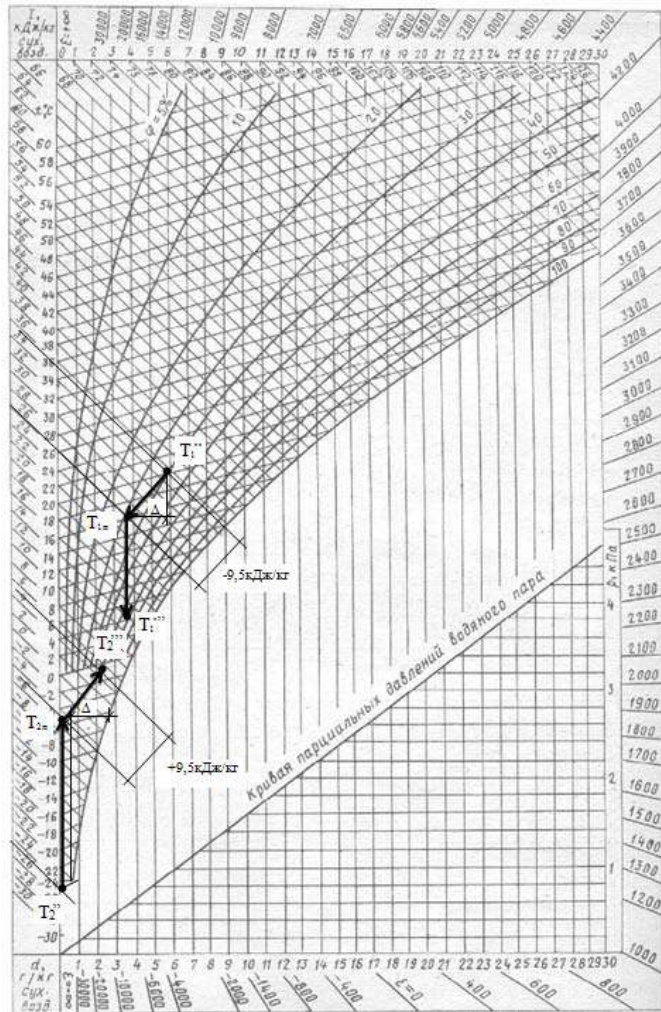


Рисунок 5 - Процесс теплопередачи для конструкции утилизатора тепла рекуперативного типа состоящего из 2-х этапов – ТП и ТМО-модели при соотношении эффективности теплообменных поверхностей I и II как 4:1.

Таким образом, при равном соотношении эффективности I и II этапов, а также при значительном преобладании ТМО процесса наблюдается возможность образования конденсата, низкое значение передачи влаги, что в целом характеризует конструкции утилизатора тепла рекуперативного типа состоящего из 2-х этапов – ТП и ТМО-модели малоэффективной. Оптимальные параметры указанной модели для максимальной передачи теплоты в явной и скрытой форме от уходящего воздуха к приходящему наблюдаются при соотношении эффективности, в том числе площадей (A_1 и A_2 соответственно) I и II этапов близком к 4:1, то есть значительном преобладании ТП-модели.

Проведенный анализ выявил, что предложенная конструкция позволяет утилизировать одновременно явную и скрытую теплоту, повысить влагосодержание приточного воздуха, а также установить, что соотношение площадей поверхностей систем ТП и ТМО определяется в зависимости от тепловлажностного состояния воздуха в помещении.

Список литературы

1. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».
2. СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»
3. СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения»
4. Распоряжение Правительства РФ от 27.12.2010 №2446-р «Об утверждении государственной программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года».
5. Богословский В.Н., Поз М.Я. Теплофизика аппаратов утилизации тепла систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. – М.: Стройиздат, 1983. – 320 с.
6. Бухмиров В.В., Ракутина Д.В., Солнышкова Ю.С., Пророкова М.В. Тепловой расчет рекуперативного теплообменного аппарата / ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2013. – 124 с.
7. СП 54.13330.2016 «Здания жилые многоквартирные»
8. СП 131.13330.2018 Строительная климатология
9. Бухмиров, В.В. Справочные материалы для решения задач по курсу «Тепломассообмен»: учеб. пособие / В.В. Бухмиров, Д.В. Ракутина, Ю.С. Солнышкова; ГОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново: ИГЭУ, 2009. – 102 с.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИНТЕНСИФИКАЦИИ ГИДРОАБРАЗИВНОЙ РЕЗКИ ПУТЕМ ЗАКРУЧИВАНИЯ СТРУИ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ

Иванов Виктор Викторович, ассистент

Железников Юрий Алексеевич, аспирант

*Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.*

Для изготовления макетного образца гидроабразивного сопла путем резания в смесительной трубке спиралеобразной канавки [1] требуется проведение полного многофакторного эксперимента по влиянию величины съема обрабатываемого материала за один удар абразивной частицы при гидроабразивной обработке путем закручивания струи рабочей жидкости и процесса гидроабразивной обработки, протекающего в обычных условиях (без закручивания гидроабразивной струи) [2, 3].

За параметр оптимизации приняли величину съема обрабатываемого металла за один удар абразивной частицы q , а за факторы взяли внутренний радиус водяного сопла r , начальный весовой секундный расход жидкости Q_1 , начальный весовой секундный расход абразива Q_2 и начальную скорость струи v_0 . В методике исследований были приняты интерполяционные модели, которые выражают степенную зависимость выходных параметров от регулируемых факторов процесса.

Исследования проводились на установке гидроабразивной резки ЧПУ (CNC) с осями X-Y, тип WJxxyyB-nZ-D и на программном комплексе для расчета процесса гидроабразивной резки, основанного на закручивании струи рабочей жидкости [4]. Шероховатость обработанной поверхности определяли на профилемере «Абрис ПМ7», отклонение от овальности и конусообразности обработанной поверхности определяли при помощи микрометра МК 0-25 мм (0.01) кл.1. При исследовании использовались заготовки из стали 30ХГСА и стали 20.

Процесс раскроя образцов осуществлялся на гидроабразивном станке с варьированием факторов, а проверка и подтверждение результатов теоретической аргументации закручивания струи рабочей жидкости (величина шага спиралеобразной канавки h и внутренний радиус смесительного сопла R) проводилась на программном комплексе, а результат - совмещение экспериментального и имитационного исследования – получить как суперпозицию моделей отдельных процессов.

По результатам проведенных исследований получены уравнения регрессии, отражающие зависимость величины съема обрабатываемого металла за один удар абразивной частицы q от режимов обработки:

$$q = 0,894 \cdot r^{-0,029} \cdot Q_1^{-0,016} \cdot Q_2^{0,014} \cdot v_0^{0,003} \quad (1)$$

$$q = 0,998 \cdot r^{-0,0003} \cdot Q_1^{-0,0002} \cdot Q_2^{0,0001} \cdot v_0^{0,00003} \quad (2)$$

где q - величина съема обрабатываемого материала за один удар абразивной частицы;

r - текущий внутренний радиус водяного сопла;

Q_1 - начальный весовой секундный расход жидкости;

Q_2 - начальный весовой секундный расход абразива;

v_0 - начальная скорость струи.

Уравнение регрессии (1) представляет собой математическую модель величины съема обрабатываемого металла за один удар абразивной частицы от параметров процесса гидроабразивной обработки вследствие закручивания струи, а уравнение (2) - математическую модель процесса гидроабразивной обработки, протекающего в обычных условиях (без закручивания гидроабразивной струи).

По результатам проведенных экспериментальных исследований получено уравнение регрессии зависимости шага спиралеобразной канавки от внутреннего радиуса смесительной трубки сопла:

$$h = 1,02 \cdot R^{0,864} \quad (3)$$

По уравнению регрессии (3) построен график, представленный на рисунке 1, отражающий зависимость шага спиралеобразной канавки от внутреннего радиуса смесительной трубки сопла.

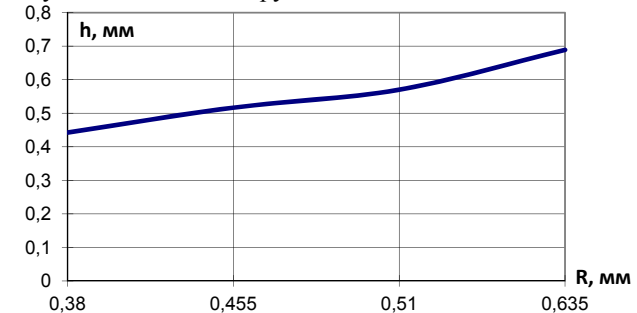


Рисунок 1 - Влияние внутреннего радиуса смесительного сопла R на величину шага спиралеобразной канавки h

Для подтверждения, что производительность процесса гидроабразивной обработки, основанной на закручивании струи выше, чем струи без закручивания была построена графическая зависимость, представленная на рисунке 2, которая показывает, что, величина съема материала за один удар абразивной частицы достигает некоторого максимального значения $q = 1,019 \text{ мм}$ при начальном весовом секундном расходе жидкости $Q_1 = 1,92 \text{ л/мин}$, а затем уменьшается до значения $q = 1 \text{ мм}$ при $Q_1 = 6,23 \text{ л/мин}$. Несколько меньшее влияние оказывает съем металла струей без закручивания, т.к. величина съема металла q сохраняет стабильное состояние и остается неизменной $q = 0,99908 \text{ мм} = \text{const}$ при изменении начального весового секундного расхода жидкости Q_1 в процессе

обработки стали 30ХГСА и стали 20. Следовательно, можно сделать вывод о том, что изменение величины съема металла путем закручивания струи происходит менее интенсивно, чем струи без закручивания. Это свидетельствует о том, что струя сохраняет высокую кинетическую энергию в процессе резания путем высокой компактности и малой подверженности распаду.

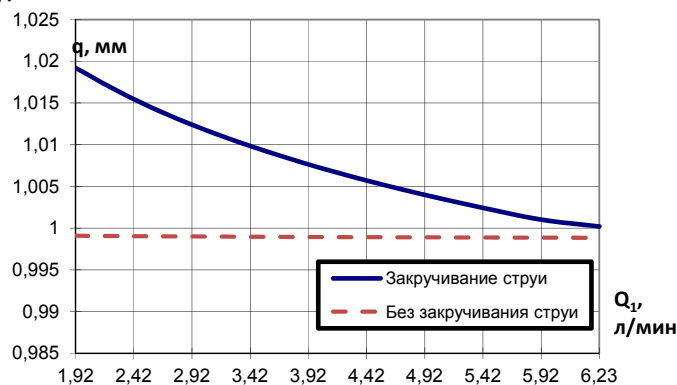


Рисунок 2 - Влияние начального весового секундного расхода жидкости Q_1 на величину съема обрабатываемого материала за один удар абразивной частицы q

Зависимость на рисунке 3, показывает, что изменение величины съема достигает некоторого максимального значения $q = 1,039$ мм при начальном весовом секундном расходе абразива $Q_2 = 1070$ гр / мин.

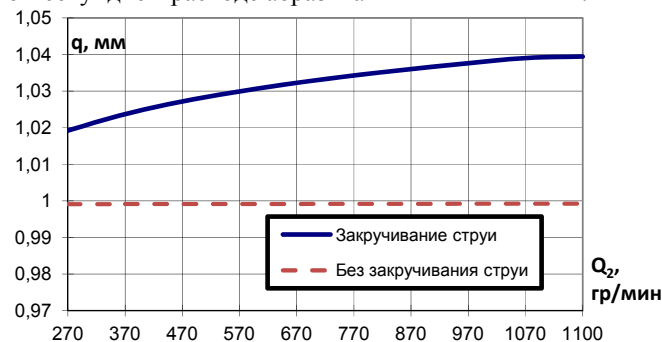


Рисунок 3 - Влияние начального весового секундного расхода абразива Q_2 на величину съема обрабатываемого материала за один удар абразивной частицы q

Анализ графической интерпретации математической зависимости (уравнение 1) показывает, что изменение величины съема к обрабатываемому материалу практически прямо пропорционально увеличению начального весового секундного расхода абразива. Однако необходимо отметить, что при увеличении начального весового секундного расхода абразива по степенной зависимости происходит увеличение расхода жидкости через сопло, создавая предпосылки к ощутимому росту энергоемкости процесса гидроабразивного резания. Несколько меньшее влияние оказывает съем металла струей без закручивания, т.к. величина съема металла q сохраняет стабильное состояние и остается неизменной $q = 0,999208$ мм = const при изменении начального весового секундного расхода абразива Q_2 в процессе обработки.

Это позволяет говорить о высокой стабильности струи без потери разрушающей способности в случае увеличения расстояния между соплом и обрабатываемым материалом. Следовательно, полученные зависимости могут быть применены для интенсификации технологического процесса гидроабразивной обработки.

Список литературы

1. Иванов, В. В. Гидроабразивное сопло с нарезанной канавкой / В. В. Иванов // Будущее науки -2019: Сборник научных статей 7-й Международной молодежной научной конференции (25-26 апреля 2019 года), в 6-х томах, Том 6, Юго-Зап. гос. ун-т., Курск: Юго-Зап. гос. ун-т. -2019. - С. 51 - 54.
2. Иванов, В. В. Способ закручивания струи в технологии гидроабразивной обработки / В. В. Иванов // Наука молодых - будущее России: сборник научных статей 3-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых (11-12 декабря 2018 года), в 6-х томах, Том 6. Юго-Зап. гос. ун-т., Курск: ЗАО Университетская книга. - 2018. - С. 46 - 50.
3. Иванов, В. В. Моделирование процесса гидроабразивной резки путем закручивания струи рабочей жидкости / В. В. Иванов // Молодежь и наука: Шаг к успеху: сборник научных статей 3-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых (21-22 марта 2019 года), в 5-х томах, Том 5, Юго-Зап. гос. ун-т., Курск: Из-во ЗАО «Университетская книга». - 2019. - С. 47 - 51.
4. Иванов, В. В. Программа для расчета технологических параметров гидроабразивной обработки путем закручивания струи / В. В. Иванов, С. В. Иванов. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019614909, 16.04.2019 г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫРУБКИ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА В СРЕДЕ ППП «ШТАМП»

Ивочкин Артем Геннадьевич, студент

Лапин Павел Борисович, студент

Тарасова Анастасия Геннадьевна, студент

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева

Пакет прикладных программ (ППП) «ШТАМП» является программным продуктом, ориентированным на решение краевых задач механики деформируемого твёрдого тела, связанных, прежде всего, с технологией обработки металлов давлением. ППП «ШТАМП» направлен на численное решение методом конечных элементов квазистатических контактных задач типа *деформируемое тело – абсолютно жёсткое тело* в вариационной постановке [1].

Особенности пакета, отличающие его от известных программных продуктов, таковы:

- во-первых, это оригинальная постановка контактной задачи, позволяющая учесть сложное движение и нагружение абсолютно жёстких тел, представляющих собой инструменты станков и машин. При этом для описания движения инструментов есть возможность ввести обобщённые координаты, удобные в каждой конкретной задаче. Число обрабатываемых инструментов не ограничено. В известных пакетах программ движение инструмента задаётся траекторией его центра поворота и углами вращения вокруг этого центра, что не всегда удобно.

- во-вторых, интегральная нагрузка на инструменте (главный вектор силы, главный момент и т.д. в зависимости от принятой системы обобщённых координат) входит явным образом в вариационное уравнение, что позволяет просто и эффективно учитывать её в расчётах.

- в третьих, в библиотеку конечных элементов входят элементы низкого порядка с усреднением в узлах и стабилизацией, что позволяет решать задачи со сверхбольшими деформациями. В частности, разработанный П.Г. Моревым [2] осесимметричный конечный элемент этого класса позволяет решать наиболее сложные задачи обработки металлов давлением, связанные с упрочнением поверхности под действием многократного локального деформирования. В таких задачах приходится иметь дело с большими градиентами тензорных полей, описывающих напряжённо-деформированное состояние детали, а также со значениями параметра Огквиста $\epsilon_p \approx 10$ и выше, что соответствует сжатию до $5 \cdot 10^7$ раз в тесте на осаживание.

Наконец, ШТАМП предъявляет минимальные требования к компьютеру и операционной системе, что позволяет запускать его как на старом, так и на новом оборудовании.

Моделирование вырубki процесса вырубki проводили по методике, опубликованной в этом же номере журнала. Цель моделирование – определение величины оптимального зазора.

Начальные и граничные условия:

Толщина заготовки – 1 мм;

Диаметр заготовки – 100 мм;

Материал: Сталь 10кп.

Минимальное и максимальное значение нормального двустороннего зазора z , для такого материала составляет: $z_{\min} = 0,04$ мм; $z_{\max} = 0,08$ мм.

Данные по материалу:

- начальный предел текучести

$$\sigma_T = 180 \text{ МПа};$$

- предел прочности

$$\sigma_B = 330 \text{ МПа};$$

- относительное удлинение при разрыве

$$\delta = 0,28;$$

- модуль упругости первого рода

$$E = 2,03 \cdot 10^5 \text{ МПа};$$

- модуль упругости второго рода

$$G = 8 \cdot 10^4 \text{ МПа};$$

- твердость

$$HB = 130 \text{ МПа};$$

- коэффициент Пуассона

$$\mu = 0,27;$$

- коэффициент трения

$$f_{\text{тр}} = 0,1$$

Величина двустороннего зазора варьировалась в пределах трёх значений:

$$z_1 = 0,04 \text{ мм (min)}; z_2 = 0,06 \text{ мм}; z_3 = 0,08 \text{ мм (max)}.$$

Кривая упрочнения и расчетная схема показаны на рис. 1. Рассмотрена половина сечения заготовки (решалась осесимметричная задача), поэтому при изменении значения зазора z в интервале $0,04 \dots 0,08$ мм с шагом в $0,02$ мм значение одностороннего зазора $z/2 = 0,02$ мм; $0,03$ мм; $0,04$ мм.

Тело заготовки разделено на пять суперэлементов; конечно-элементная сетка сшитая.

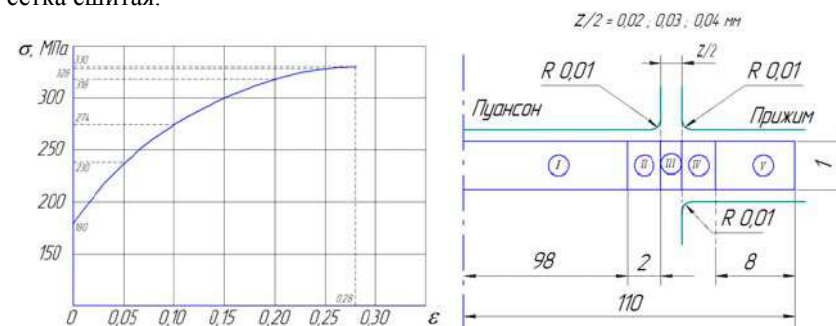


Рисунок 1 – Кривая упрочнения материала Сталь 10кп и расчётная схема процесса

Суперэлемент I содержит 1111 узловых точек и 2000 конечных элементов; суперэлемент II соответственно 1903 узловых точки и 3590 конечных элементов; суперэлемент III – 875 узловых точек и 1478 конечных элементов; суперэлемент IV – 1903 узловых точек и 3590 конечных элементов; суперэлемент V – 231 узловых точек и 400 конечных элементов.

Запрещения

- перемещение узлов сетки внутрь тела инструмента;
- скольжение по поверхности – разрешено;
- по оси симметрии разрешено перемещение узлов сетки в направлении оси OY , выход элементов за пределы оси в направлении OX – запрещен.

Задачи моделирования и критерии оценки

Задачей моделирования является определение значения зазора из указанного диапазона 0,04...0,8 мм, при котором величина гидростатической компоненты тензора напряжений σ_p в центральной зоне заготовки и тангенциальных напряжений σ_θ будут иметь наибольшее значение, при этом направление действия тангенциальных напряжений в зоне заготовки, прилегающей к рабочим кромкам инструмента должно носить ярко выраженный сжимающий характер. Величина интенсивности напряжений σ_i на рабочей кромке матрицы и пуансона должна быть минимальной, или не превышать значения $0,2 \sigma_{см}$ материала инструмента.

Расчет и интерпретация полученных результатов

Перемещение инструмента (пуансона) задаем таким образом, чтобы обеспечить одинаковую сдвиговую деформацию $\gamma_{xy} \approx 0,08$ для каждой решаемой задачи, т.е. для:

$$z/2 = 0,02, \quad h = \gamma_{xy} \times z/2 = 0,08 \times 0,02 = 0,0016 \text{ мм};$$

$$z/2 = 0,03; \quad h = \gamma_{xy} \times z/2 = 0,08 \times 0,03 = 0,0025 \text{ мм};$$

$$z/2 = 0,04; \quad h = \gamma_{xy} \times z/2 = 0,08 \times 0,04 = 0,0032 \text{ мм}.$$

Видно, что уже на начальном этапе внедрения пуансона в заготовку при $z/2 = 0,03$ мм и $z/2 = 0,04$ мм материал переходит в пластическое состояние во всей линии реза (рис. 2 - б, в) и в дальнейшем продолжении расчета нет необходимости. При $z/2 = 0,02$ мм (рис. 2 - а) пластическое состояние наблюдается не во всей зоне реза, что связано с большим значением всестороннего сжатия в центральной заготовке.

На рис. 3 показана картина распределения напряжений σ_i , σ_θ и σ_p при вырубке с односторонним зазором $z/2 = 0,02$ мм. Максимальное значение интенсивности напряжений σ_i на кромке инструмента составляет 173 МПа. Напряжение σ_θ – сжимающее во всей зоне реза, максимальная величина составляет около 60 МПа в зоне заготовки, расположенной у режущей кромки матрицы. Величина сжатия гидростатической компоненты тензора напряжений σ_p находится в пределах 27...327 МПа в зонах пуансона и матрицы. В центральной зоне величина гидростатического сжатия σ_p составляет 27 МПа.

На рис. 4 показана картина распределения напряжений σ_i , σ_θ и σ_p при вырубке с односторонним зазором $z/2 = 0,03$ мм. Максимальное значение интенсивности напряжений σ_i на кромке инструмента составляет 190 МПа. Напряжение σ_θ – сжимающее почти во всей зоне реза: в центральной зоне заготовки есть очаг растяжения величиной 20 МПа. Максимальная величина сжимающих напряжений σ_θ составляет около 50 МПа в зоне заготовки, расположенной у режущей кромки матрицы. Величина сжатия гидро-

статической компоненты тензора напряжений σ_p находится в пределах 45...347 МПа в зонах пуансона и матрицы. В центральной зоне величина гидростатического сжатия σ_p составляет 2,1 МПа.

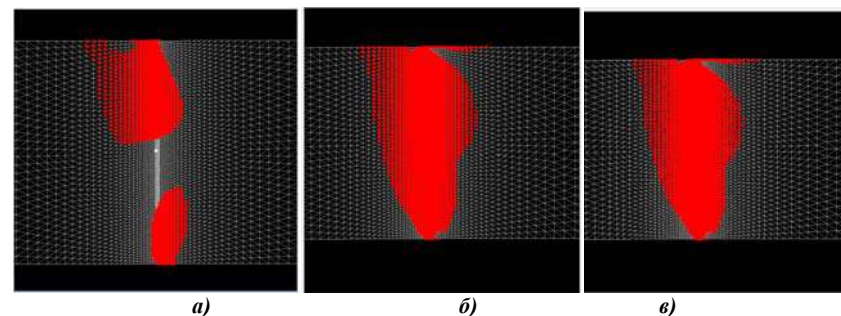


Рисунок 2 – Конечные элементы в пластическом состоянии: односторонний зазор $z/2$ равен 0,02 мм (а); 0,03 мм (б) и 0,04 мм (в)

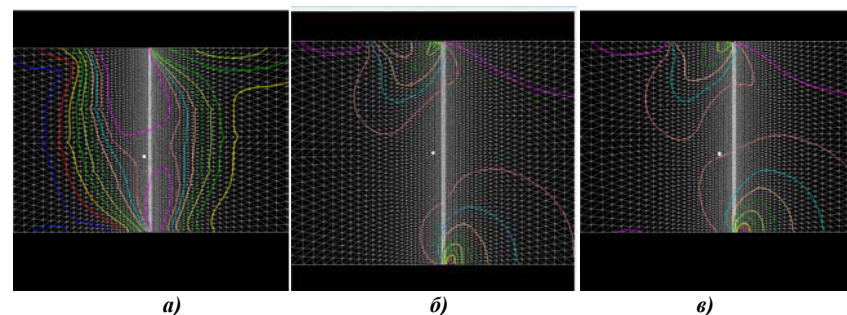


Рисунок 3 – Интенсивность напряжений (а), тангенциальные напряжения (б) и гидростатическая компонента тензора напряжений (в) при $z/2 = 0,02$ мм

На рис. 5 показана картина распределения напряжений σ_i , σ_θ и σ_p при вырубке с односторонним зазором $z/2 = 0,04$ мм. Максимальное значение интенсивности напряжений σ_i на кромке инструмента составляет 187 МПа. Напряжение σ_θ – сжимающее почти во всей зоне реза: в центральной зоне заготовки есть очаг растяжения величиной 21 МПа. Максимальная величина сжимающих напряжений σ_θ составляет около 54 МПа в зоне заготовки, расположенной у режущей кромки матрицы. Величина сжатия гидростатической компоненты тензора напряжений σ_p находится в пределах 45...350 МПа в зонах пуансона и матрицы. В центральной зоне величина гидростатического сжатия σ_p составляет 1,5 МПа.

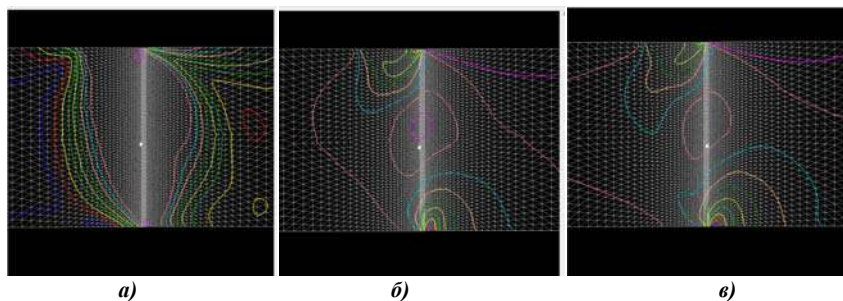


Рисунок 4– Интенсивность напряжений (а), тангенциальные напряжения (б) и гидростатическая компонента тензора напряжений (в) при $z/2 = 0,03\text{мм}$

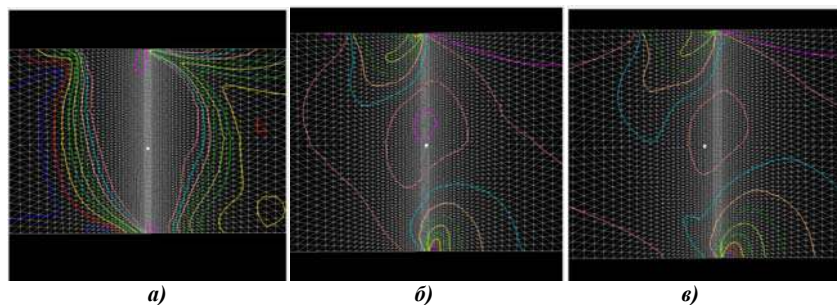


Рисунок 5– Интенсивность напряжений (а), тангенциальные напряжения (б) и гидростатическая компонента тензора напряжений (в) при $z/2 = 0,04\text{мм}$

Выводы:

1) При увеличении нормального зазора величина гидростатического сжатия увеличивается в зонах заготовки, расположенных у матрицы и пуансона, и уменьшается в центральной зоне (в среднем в 12.. 15 раз).

2) Величина тангенциальных сжимающих напряжений в зоне заготовки, расположенной у матрицы, имеет более высокое значение при меньшей величине одностороннего зазора (в среднем на 20%).

3) Результаты моделирования процесса вырубке с прижимом при величине одностороннего зазора $z = 0,03\text{ мм}$ и $z = 0,04\text{ мм}$ близки друг другу, отличие составляет не более 5% и находится в пределах статистической погрешности.

3) При вырубке вырубке с прижимом «мягких» материалов с твердостью до $HV=200\text{ МПа}$ целесообразно выбирать минимальные значения двусторонних зазоров из указанного диапазона $z = 0,04 \dots 0,08\text{ мм}$.

Список литературы

1. Морев П.Г. Вариант метода конечных элементов для контактных задач с трением // Известия Российской академии наук: Механика твердого тела № 4 (2007) 168–182. <https://elibrary.ru/item.asp?id=9564968>
2. Morrev P.G., Gordon V.A. An axisymmetric nodal averaged finite element // Latin American Journal of Solids and Structures 15(2) (2018). http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-78252018000200503

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КАК ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ РЕШЕНИЙ

*Игнатъев Александр Анатольевич, д.т.н., профессор
Добряков Владимир Анатольевич, к.т.н., с.н.с., доцент
Игнатъев Станислав Александрович, д.т.н., доцент, профессор
Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.*

При решении некоторых производственных задач возможны два подхода: первый основан на имеющемся опыте решения аналогичных задач и накопленных при этом знаниях, второй – на математическом моделировании и последующем поиске оптимального решения. Применение первого подхода предпочтительно для задач, которые сложно описать математически с достаточной адекватностью реальным условиям производства. Второй подход применим, если для решения задачи можно построить с известными условиями и ограничениями достаточно точные математические модели и аналитически или численным методом получить оптимальное или близкое к нему решение.

Указанные подходы в ряде случаев не позволяют решить возникшую ту или иную производственную трудно формализуемую задачу, поэтому в качестве альтернативного подхода, базирующегося на опыте и знаниях, разрабатываются экспертные системы (ЭС) [1-5]. В большинстве случаев такие экспертные системы являются специализированными, ориентированными на рассматриваемый объект и дают решение той конкретной задачи, для которой они разработаны.

Экспертная система – это сложный программный комплекс, аккумулирующий знания специалистов в конкретной предметной области и использующий эти знания с целью выработки логически обоснованных рекомендаций и (или) решения проблем, а также для консультаций менее квалифицированных пользователей [3, 5].

ЭС позволяет использовать для решения производственных задач возможности современной вычислительной техники для создания специали-

зирования алгоритмического и программного обеспечения, моделирующего деятельность человека при экспертизе, представлении знаний и формировании выводов и вариантов решений рассматриваемой задачи. Примером такой задачи может служить организация управления качеством технологического процесса в рамках системы мониторинга при производстве высокоточных деталей [6].

Типичная структура ЭС представлена во многих работах и обычно включает базу знаний (БЗ) и ряд подсистем: общения, объяснения, принятия решения, накопления знаний. Через подсистему общения с ЭС связаны, по крайней мере, три специалиста [7]:

– эксперт – высококвалифицированный специалист, который в процессе общения с системой передает ей свои знания по решаемой частной задаче, а также общепринятые факты и правила вывода;

– инженер по знаниям, знакомый с принципами построения ЭС и умеющий работать с экспертами в данной области, владеющий специальными языками описания знаний; в процессе общения с системой он выступает в качестве посредника между системой и экспертом, помогая ему закодировать знания и проверять работу ЭС;

– пользователь – представитель производственного персонала, обращающийся к ЭС за советом по своей конкретной задаче, сообщая системе имеющиеся в его распоряжении данные о ее состоянии, и желающий получить рекомендации по решению возникшей задачи.

Следует отметить, что передача знаний в БЗ является достаточно сложным процессом, так как инженер по знаниям и эксперт имеют различающиеся области знаний, что затрудняет процесс превращения экспертизы в программу. Отсюда следует, что инженер по знаниям и эксперт должны тесно взаимодействовать, чтобы обновлять, расширять и совершенствовать форму представления знаний в удобную для пользователя ЭС.

Формирование базы знаний и других элементов ЭС не является статическим процессом, при котором определенный круг экспертов передает свои знания в ЭС [1]. На практике БЗ может непрерывно пополняться за счет углубленного изучения объекта и анализа процесса его функционирования другими экспертами, дополнения новыми производственными правилами, уточнения ранее заложенных правил и исправления ошибочных, то есть построение ЭС является динамическим процессом, развивающимся по мере обновления и накопления знаний и опыта пользователей. Реальная ЭС является инструментом для приобретения знаний, преобразования их в форму, доступную обслуживающему технологическое оборудование персоналу, поддерживающим принятие решения при восстановлении оборудования или корректировке технологического процесса.

Экспертная система открывает доступ пользователям к заложенным в ней практическим знаниям людей, являющихся экспертами в рассматриваемой предметной области.

Наличие в ЭС производственной модели в виде комплекса производственных правил типа «если... то...» значительно сокращает срок обучения персонала, так как правила можно рассматривать как инструкции для оператора или наладчика для принятия решения, например при управлении технологическим процессом и восстановлении технологического оборудования при функциональных или параметрических отказах [8-11].

С практической точки зрения достаточно актуальным является применение ЭС при контроле и диагностировании автоматизированных станков. Снижение уровня квалификации обслуживающего персонала (операторов и наладчиков) в последние годы привело к снижению эффективности эксплуатации автоматизированных станков, обусловленному увеличением времени поиска и устранения отказов. ЭС в этом случае необходима обслуживающему персоналу для обучения, то есть повышения квалификации, и выдачи рекомендаций для корректировки режима обработки или подналадки станков [12, 13]. Следует отметить, что ЭС целесообразно использовать как для станков с большим сроком эксплуатации, так и для современного оборудования. В этом случае ЭС используется как автономная, но более перспективным является встраивание ЭС в программное обеспечение отечественных станков, как это реализовано в определенной степени в токарных модулях типа ТПАРМ [11].

Таким образом, эффективность применения ЭС в автоматизированных станках обусловлена следующими [7, 10, 11]:

во-первых, реализуется возможность решения плохо формализуемых задач диагностирования и назначения режима резания с привлечением специально разработанного математического аппарата;

во-вторых, ориентация ЭС на их использование широким кругом специалистов производства (конечных пользователей) различного уровня, общение с которыми происходит в диалоговом режиме с использованием понятной им терминологии конкретной предметной области;

в-третьих, применение ЭС позволяет повысить эффективность решений, принимаемых конечными пользователями, за счет аккумуляции в системе знаний экспертов и, следовательно, повысить эффективность функционирования технологического оборудования.

Список литературы

1. Искусственный интеллект: применение в интегрированных производственных системах / под ред. Э. Кьюсако; пер. с англ. А.П. Фомина. М.: Машиностроение, 1991. 544 с.
2. Искусственный интеллект. Кн. 1. Системы общения и экспертные системы / под ред. Э.В. Попова. М.: Радио и связь. 1990. 240 с.
3. Джексон П. Введение в экспертные системы: пер. с англ. М.: Изд. Дом «Вильямс», 2001. 624 с.
4. Системы искусственного интеллекта. Практический курс / В.А. Чулюков, И.Ф. Астахова, А.С. Потапов и др. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. 292 с.
5. Ясеницкий Л.Н. Интеллектуальные системы: учебник. М.: Лаборатория знаний, 2016. 221 с.

6. Игнатъев С.А., Горбунов В.В., Игнатъев А.А. Мониторинг технологического процесса как элемент системы управления качеством продукции. Саратов: СГТУ, 2009. 160 с.
7. Васильев В.И., Ильясов Б.Г. Интеллектуальные системы управления. Теория и практика: учеб. пособие. М.: Радиотехника, 2009. 392 с.
8. Тугенгольд А.К., Лукьянов Е.А. Интеллектуальное управление мехатронными технологическими системами. Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2004. 117 с.
9. Бубнов Д.В. Экспертная система как средство интеллектуальной поддержки технологических решений // Вестник МГТУ Станкин. 2011. № 4. С. 83-86.
10. Игнатъев А.А., Самойлова Е.М., Игнатъев С.А. Интеллектуализация мониторинга технологического процесса производства деталей точного машиностроения. Саратов: СГТУ, 2013. 119 с.
11. Игнатъев А.А., Козлова Т.Д., Самойлова Е.М. Экспертная система поддержки процесса диагностирования автоматических станочных модулей. Саратов: СГТУ, 2015. 104 с.
12. Игнатъев А.А., Каракозова А.В. Управление качеством технологического процесса изготовления подшипников с использованием экспертной системы // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2013. № 2 (71). С. 186-191.
13. Самойлова Е.М., Игнатъев А.А. Применение экспертной системы поддержки принятия решения для управления процессом шлифования // Изв. вузов. Поволжский регион. Технические науки. 2016. № 1 (37). С. 131-137.

ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДИСПЕРГИРОВАННОГО КАОЛИНА ПО ОТНОШЕНИЮ К ИОНАМ СВИНЦА (II)

Ильасова Римма Рашитовна, к.х.н., доцент

*Шагаргазина Гульгина Вильевна, студентка 5 курса
Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия
Ilyasova_R@mail.ru*

Статья посвящена изучению сорбционных свойств полученного механическим измельчением каолина по отношению к ионам свинца (II). Подобраны оптимальные условия сорбции, показана высокая сорбционная эффективность диспергированного каолина к изученным ионам.

Ключевые слова: сорбенты, сорбция, тяжелые металлы.

Любой технологический процесс оказывает влияние на окружающую среду, не всегда положительное. Отрицательное действие техногенных и других факторов может привести к нарушению равновесия в окружающей среде. К распространенным химическим ксенобиотикам относят ионы тяжелых металлов, в частности, ионы свинца (II). Соединения свинца (II) накапливаются в организме живых существ, в результате приводя к нарушению биохимического дисбаланса и возникновению различных патологий вплоть до летального исхода. Большая часть ионов свинца (II) поступает с пищевой продукцией и питьевой водой по цепочке «загрязненная вода – растительный мир – животный мир - человек».

ПДК в питьевой воде по ионам свинца (II) составляет не более 0,01 мг/л [1]. Однако часто в промышленных сточных водах ионов свинца (II) со-

держится в сотни раз выше ПДК. Поэтому тщательная очистка сточных вод промышленных предприятий и контроль за содержанием иона свинца (II) в окружающей среде является важной задачей.

В настоящее время для очистки сточных вод используют различные методы: механические, физические, биологические, физико-химические (флотация, коагуляция, сорбция и др.). К физико-химическим методам относятся и сорбционные методы, которые широко применяют для глубокой очистки сточных вод. Однако в этой области существует ряд известных проблем, например, недостаточная сорбционная емкость материалов, а также высокие энергозатраты на поддержание сорбционного процесса.

Авторами изучены сорбционные свойства измельченного на планетарно-шаровой мельнице каолина по отношению к ионам свинца (II) из водного раствора с целью разработки эффективного сорбента для очистки сточных вод промышленных предприятий.

Каолин - глинистый минерал из класса водных силикатов, экологически безопасный, не горит и химически инертен. Обычно содержит в своем составе до 45 % оксида кремния, 40% оксида алюминия и некоторые примеси в зависимости от месторождения.

Для исследований использован каолин Еленинского месторождения Челябинской области. Для изучения его сорбционных свойств исходный минерал предварительно механически измельчали с помощью планетарно-шаровой мельницы LE-101 (ПШМ).

Эффективность сорбции исследовали по измерению степени извлечения по следующей формуле:

$$R = [C_0 - C / C_0] \times 100\%$$

где C_0 и C – исходная и равновесная концентрации извлекаемых ионов в водном (модельном) растворе, (моль/л)

В работе использован статический метод сорбции, а также методы фотометрии и атомно-сорбционной спектроскопии для количественного анализа содержания ионов свинца до и после сорбции.

Методом рентгеноспектрального флуоресцентного анализа установлен химический состав каолина. В основе сорбента - оксид кремния $\approx 48\%$, оксид алюминия $\approx 40\%$ и некоторые примеси. Измельчение сорбента не повлияло на процентное содержание компонентов сорбента.

Установлено, что при механическом измельчении исходного каолина на планетарно-шаровой мельнице наблюдается интервально следующее уменьшение размера частиц: $[5 - 50 \text{ мкм}] \rightarrow [800 \text{ нм} - 5 \text{ мкм}]$. Также происходит уменьшение удельной площади поверхности сорбента от $40 \text{ м}^2/\text{г}$ до $75 \text{ м}^2/\text{г}$, т.е. практически в 2 раза.

Важным фактором при проведении сорбционного процесса является соблюдение оптимальных условий сорбции: pH, температуры, времени контакта фаз, соотношения массы сорбента к объему водного раствора соли.

Установлено, что измельчение практически не влияет на установленные оптимальные условия сорбции для исходного каолина, значения не изме-

няются и составляют: рН 6,2; время контакта фаз 15 минут; соотношение массы сорбента к объему водного раствора соли свинца (II) 2 г на 25 мл, температура 20⁰С.

Как показали эксперименты, по форме изотермы сорбции изученных ионов свинца частицами измельченного каолина соответствовали изотермам сорбции Лэнгмюра в соответствии с классификацией изотерм Гилльса [2]. Значит, на поверхности сорбента образуется мономолекулярный сорбционный слой и процесс является обратимым и равновесным: между процессами сорбции и десорбции устанавливается динамическое равновесие.

Расчитанные значения теплот сорбции, полученные при сорбционном извлечении ионов свинца частицами измельченного каолина невелики и составили примерно -13,7 кДж/моль, что свидетельствует о протекании физической сорбции и отсутствии химической реакции между ионами свинца и сорбентом.

Установлено, что увеличение степени дисперсности частиц каолина за счет механического измельчения исходного природного материала способствует росту сорбционной активности сорбентов по отношению к ионам Рb (II).

При концентрации ионов 10⁻³ моль/л степень извлечения ионов свинца частицами измельченного каолина увеличилась примерно в 3 раза - от ≈ 30% до ≈ 89% о сравнению с исходным материалом.

При концентрации ионов 10⁻⁴ моль/л наблюдалось практически полное извлечение ионов свинца (II).

Таким образом, полученный на планетарно-шаровой мельнице диспергированный каолин с учетом оптимальных условий сорбции ионов (температура близкая к комнатной, рН, близкая к нейтральной, достаточно короткое время проведения сорбционного процесса) может быть рекомендован для практического применения в качестве сорбента для очистки промышленных сточных вод от ионов Рb (II).

Список литературы

1. Требования к качеству питьевой воды (СанПин 2.1.4.1074-01). http://water2you.ru/n-docs/pdk_sanpin/

2. Макаревич Н.А., Богданович Н.И. Теоретические основы адсорбции. Архангельск: САФУ, 2015. 362 с.

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК КАК ФАКТОР ЭФФЕКТИВНОГО БИЗНЕСА

Казиева Атикат Замировна, студент

(e-mail: atikat.kazieva@gmail.com)

Кротенко Татьяна Юрьевна, к. филос. н., доцент

Государственный университет управления, г. Москва, Россия

(e-mail: krotenkotatiana@rambler.ru)

Исследуется одно из последних быстроразвивающихся достижений века цифровых технологий и его роль в повышении эффективности бизнеса. Цифровой двойник является действенным инструментом для достижения эффективности бизнеса. Преимущества имитационной модели заключаются в уменьшении затрат на производство, сокращении времени между производством и выходом продукта на рынок.

Ключевые слова: цифровой двойник, эффективность бизнеса, безопасность предприятия, конкурентоспособность предприятия.

В условиях динамично развивающегося рынка, ввиду стремительно возрастающей актуальности применения цифровых технологий в различных видах деятельности экономики и на основе других причин, появляется необходимость применения цифрового двойника в бизнесе. Эта необходимость заключается в том, что разработка и рациональное применение цифрового двойника физического объекта, например, предприятия, позволит успешно функционировать этому предприятию на рынке, так как цифровой двойник может дать значительные конкурентные преимущества.

Стоит отметить, что термин «цифровой двойник» хоть и приобрел актуальность и известность в условиях цифровизации экономики, однако появился этот термин давно. Впервые данное понятие встречается в «Цифровых двойниках: превосходство в производстве на основе виртуального прототипа завода», в статье Майкла Гривза, профессора Технологического университета Флориды, опубликованном в 2003 году [4].

В современной литературе можно найти огромное количество определенных понятия «цифровой двойник», однако в рамках нашей работы, отбрасывая инженерную научность и сложность, будем опираться на следующее определение – цифровой двойник (англ. digital twin) – цифровая копия физического объекта или процесса, помогающая оптимизировать эффективность бизнеса.

Цифровые двойники на предприятиях могут быть разработаны по следующим объектам: по продукту, по процессу, по системе [2]. Цифровой двойник продукта представляет собой виртуальную модель конкретного производимого и реализуемого продукта предприятием. В данном случае цифровой двойник позволяет рассчитать, каким образом будет реализовываться продукт при различных рыночных условиях и с какими барьерами может столкнуться. Следовательно, по полученным результатам можно

внести корректировки, впоследствии получить более эффективный продукт, пользующийся спросом у клиентов (потребителей). Таким образом, при таком сценарии также уменьшаются производственные издержки при выходе продукта на рынок [6].

Главным механизмом работы цифрового двойника процесса является имитация производственного процесса. Когда модель сможет показать, какие будут результаты процесса при различных сценариях, можно так построить производственные и технологические процессы, чтобы получить от них большую эффективность – сократив время технологического цикла, рационально построив перерывы между сменами, избежав ненужных простоев, своевременно утилизируя станки и т.д. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что производство предприятия будет более эффективным, безопасным и менее затратным.

И наконец, самой сложной касательно разработки является модель системы, то есть имитация всех элементов системы и взаимосвязей между ними. Цифровой двойник предприятия собирает и обрабатывает огромное количество информации и данных, производимые всей системой. Задавая в данную модель набор параметров целевого (желаемого) состояния, она может показать отклонения в ходе деятельности предприятия и это позволит своевременно внести корректировки в исходное состояние предприятия для достижения желаемых целей.

Цифровой двойник поможет ответить на ключевые стратегические вопросы, следовательно, и в среде, где функционирует предприятие, уменьшится неопределённость и сократятся риски, это означает, что принимаемые решения могут быть рассчитаны и обоснованы в условиях конкурентной борьбы [5].

Справедливо, если возникнет вопрос, что отличает цифровой двойник от других изделий века цифровых технологий и в чем его преимущество, на эти вопросы есть один аргументированный ответ – необходимость относительно небольших капиталовложений. Благодаря новым технологическим возможностям, гибкости, маневренности и более низкой стоимости, предприятия могут начать свой путь с создания цифрового двойника с меньшими капитальными вложениями и более коротким временем окупаемости, чем когда-либо прежде [3]. Это говорит о том, что относительно небольшие капиталовложения, да еще и быстро окупаемые, позволяют малому и среднему бизнесу, что дает им возможность эффективно конкурировать на рынке с крупным бизнесом.

Однако, следует отметить, чтобы вложения в цифрового двойника не были безрезультатными, предприятию следует отвечать нескольким условиям: длительный жизненный цикл производимого изделия (от 5 лет), достаточное количество экземпляров установленного оборудования, Сопровождение продукции квалифицированным специализированным сервисом [1].

Подытожив вышенаписанную информацию, можно сказать, что цифровой двойник действительно является хорошим инструментом для достижения эффективности бизнеса, так как при его внедрении предприятие получает колоссальные конкурентные преимущества. Такие преимущества имитационной модели заключаются, как мы видим, в уменьшении затрат на производство, сокращении времени между производством и выходом продукта на рынок, два последних процесса могут быть теперь выполнены практически параллельно, но одним из самых ключевых преимуществ является ответы на вопросы в перспективе. Предвидение будущего в условиях настоящего – это, пожалуй, самый большой козырь, которым можно владеть в бизнес-игре.

Список литературы

1. Цифровой Двойник (Digital Twin) – CADFEM [Электронный ресурс]: URL: <https://www.cadfem-cis.ru/service/digital-twin/> (Дата обращения: 25.09.2019).
2. Цифровые двойники: понятие, типы и преимущества для бизнеса [Электронный ресурс]: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sifrovye-dvoyniki-ponyatie-tipy-i-preimushchestva-dlya-biznesa> (Дата обращения: 23.09.2019).
3. Industry 4.0 and the digital twin technology | Deloitte Insights [Электронный ресурс]: URL: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/industry-4-0/digital-twin-technology-smart-factory.html> (Дата обращения: 24.09.2019).
4. Digital Twin – Wikipedia [Электронный ресурс]: URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_twin (Дата обращения: 23.09.2019).
5. Кротенко Т.Ю., Бродов Ю.А. Конкурентный потенциал организации. В сборнике: Управление социально-экономическим развитием регионов: проблемы и пути их решения. Сборник научных статей 9-ой Международной научно-практической конференции. В 3-х томах. 2019. С. 356-360.
6. Кротенко Т.Ю. Конкурентоспособность предприятия как фактор развития инновационной экономики. В сборнике: Актуальные проблемы развития социально-экономических систем: теория и практика. сборник научных статей 9-й Международной научно-практической конференции. 2019. С. 293-296.
7. Экономическая безопасность организации: сущность, угрозы, принципы/57/ Лоханова В.Н., Кротенко Т.Ю.// Вестник Университета (Государственный университет управления). 2015. № 9. С. 347-351.
8. Философские аспекты интеллектуального потенциала организации/ Кротенко Т.Ю.// В сборнике: Шаг в будущее: искусственный интеллект и цифровая экономика, Материалы 1-й Международной научно-практической конференции. Государственный университет управления. 2017. С. 106-111.
9. Образование преобразователей/ Кротенко Т.Ю.// Вестник Университета (Государственный университет управления). 2009. Т. 1. № 25. С. 251-258.
10. Управление изменениями/ Жернакова М.Б., Кротенко Т.Ю.// Учебник и практикум / Москва, 2015. Сер. 58 Бакалавр. Академический курс (1-е изд.)
11. Возможности цифровизации рефлексии в проектном управлении/ Кротенко Т.Ю.// В сборнике: Шаг в будущее: искусственный интеллект и цифровая экономика. Революция в управлении: новая цифровая экономика или новый мир машин Материалы II Международного научного форума. 2018. С. 62-65.
12. Агентские конфликты как следствие корпоративного мошенничества/ Кротенко Т.Ю., Степаненко С.Э., Шитуева Д.А.// В сборнике: Актуальные проблемы управления - 2018, материалы 23-й Международной научно-практической конференции. Государственный университет управления. Москва, 2019. С. 55-58.

13. Формирование приёмов мотивационного менеджмента/ Кротенко Т.Ю.// В сборнике: Актуальные проблемы управления – 2018, материалы 23-й Международной научно-практической конференции. Государственный университет управления. Москва, 2019. С. 58-62.

14. Преобразования и образование преобразователей/ Кротенко Т.Ю.// Вестник Университета (Государственный университет управления). 2012. № 12. С. 30-35.

15. Методология количественной оценки человеческого капитала региона/ Пархомчук М.А., Солодухина О.И.// Казанская наука. 2015. № 12. С. 60-63.

16. Методические подходы к разработке государственной политики в сфере рационального использования региональных активов/ Емельянов С.Г., Вертакова Ю.В., Солодухина О.И.// Известия Юго-Западного государственного университета. 2016. № 6 (69). С. 102-110.

17. Разработка методики оценки эффективности формирования и использования человеческого капитала/ Солодухина О.И., Пархомчук М.А.// Экономические науки. 2016. № 136. С. 30-33.

18. Организация контроля таможенной стоимости товаров в курской таможне/ Солодухина О.И.// В сборнике: Мировая экономика и социум: современные тенденции и перспективы развития, сборник научных статей. 2016. С. 153-156.

19. Место таможенных процедур в таможенном регулировании/ Солодухина О.И., Новикова Н.// В сборнике: Мировая экономика и социум: современные тенденции и перспективы развития сборник научных статей. 2016. С. 157-160.

ПРИМЕНЕНИЕ СЕТЕВОГО ПРОТОКОЛА *KERBEROS* ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ АУТЕНТИФИКАЦИИ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ

*Каширин Евгений Викторович, сотрудник
Академия ФСО России*

В современном мире использование корпоративных сетей для осуществления деятельности предприятий имеет огромное значение. Решение проблемы администрирования доступа пользователей к сетевым ресурсам является актуальной задачей, в рамках которой необходимо использовать различные сетевые протоколы для достижения соответствующих целей.

Kerberos – сетевой протокол централизованной аутентификации клиентов компьютерных сетей на основе архитектуры клиент-сервер [1].

В протоколе *Kerberos* применяется следующая терминология:

– клиент *Kerberos* (англ. *Client*) – пользователь или сетевой ресурс (файловый сервер, сервер печати и т.д.);

– центр распределения ключей (англ. *Key Distribution Center, KDC*) – серверная часть протокола, которая предназначена для аутентификации клиентов (по паролю, смарт-картам и *USB*-токенам), распределения ключей симметричного шифрования во время защищенного обмена информацией клиентов;

– билет (англ. *Ticket*) – зашифрованный пакет данных, выдаваемый клиенту сервером *KDC*;

– область (англ. *Realm*) – совокупность клиентов *Kerberos*, о которых имеет информацию *KDC*. В идеальном случае это все пользователи и устройства, имеющие подключение к сети предприятия;

– принципал (англ. *Principal*) – уникальное имя клиента *Kerberos*, которое записывается в виде *primary[/instance]@REALM*. При создании принципа пользователя важным моментом является соблюдения регистра ввода;

– *Primary* – имя пользователя (сетевое ресурса);

– *Instance* – дополнительный параметр пользователя (например, «*admin*», если пользователь имеет возможность администрирования);

– область (англ. *Realm*) – совокупность клиентов *Kerberos*, о которых имеет информацию *KDC* (в идеальном случае – это все пользователи и устройства, имеющие подключение к корпоративной сети).

KDC хранит базу данных учётных записей всех клиентов сети и их долгосрочные криптографические ключи, известные только соответствующему клиенту и серверу и используемые для связи между ними. Кроме того, в *KDC* предусмотрено использование сторонней базы данных (например, *Lightweight Directory Access Protocol, LDAP*). В общем смысле *KDC* является третьей стороной, которой доверяют клиенты при взаимодействии между собой [2] (рис. 1).

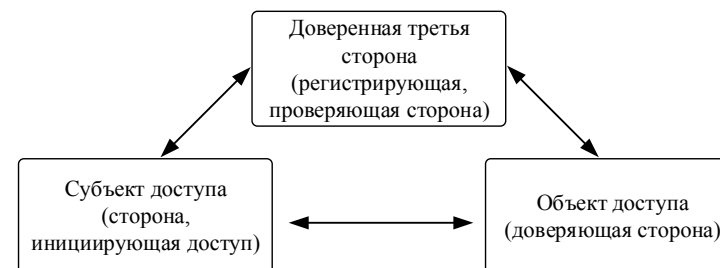


Рис. 1 – Взаимная аутентификация с доверенной третьей стороной

Протокол *Kerberos* может применяться в операционных системах семейства *Microsoft Windows* (технология *Active Directory*) и *Unix* (например, технология *ALD* в *Astra Linux*).

KDC состоит из сервера аутентификации (англ. *Authentication Server, AS*) и сервера выдачи билетов (англ. *Ticket Granting Server, TGS*). Данные компоненты представляют собой единую программу, которая запускается на сервере (рис. 2).

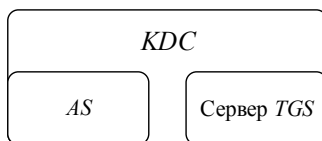


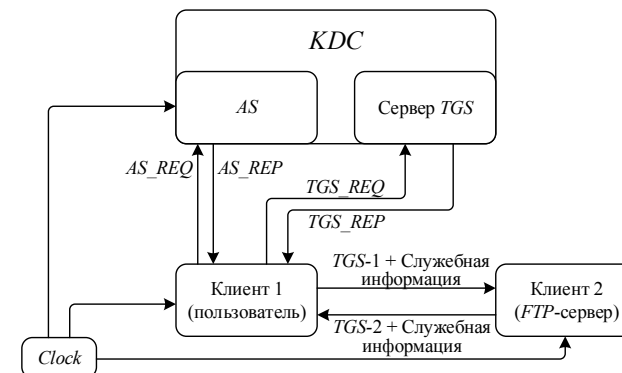
Рис. 2 – Состав сервера KDC

При входе клиента в систему он посылает запрос (англ. *AS_REQ*) для аутентификации на KDC в его сервер аутентификации. AS получает данный запрос, который содержит имя пользователя клиента, временную метку (англ. *Time Stamp*), передающуюся в зашифрованном виде в качестве аутентификатора, и идентификатор сервера TGS. В случае удачной проверки информации AS генерирует случайный сеансовый ключ для дальнейшей работы клиента и TGS [3]. Далее AS посылает клиенту ответ (англ. *AS_REP*), зашифрованный долгосрочным ключом клиента, который содержит билет на получение билетов (англ. *Ticket Granting Ticket, TGT*), сеансовый ключ, время жизни TGT и идентификатор TGS. TGT для клиента является неразборным набором бит, зашифрованным на секретном ключе TGS и включает в себя копию сеансового ключа для TGS, идентификатор клиента, время жизни TGT, временную метку KDC и IP-адрес клиента [4].

Когда пользователь хочет получить доступ к конкретному сетевому ресурсу, он посылает запрос (англ. *TGS_REQ*) на TGS, содержащий идентификатор ресурса, копию полученного ранее TGT и временную метку, зашифрованную сеансовым ключом, для защиты от повторной передачи.

При получении запроса от клиента KDC (сервер TGS) формирует два билета на получение доступа к сетевому ресурсу (англ. *Ticket Granting Service, TGS*): для клиента и для сервера, к ресурсам которого клиент запрашивает доступ. Каждый TGS включает в себя имя пользователя клиента, данные сетевого ресурса и временную метку TGS. Также в нем содержится новый сеансовый ключ для безопасного взаимодействия между клиентом и сервисом. KDC шифрует TGS сервера, используя ключ сервера и вкладывает его внутрь TGS клиента. Вся эта информация зашифровывается на сеансовом ключе, полученном ранее от AS и отправляется клиенту в ответе (англ. *TGS_REP*).

Процесс аутентификации клиента с помощью протокола *Kerberos* показан на рисунке 3.

Рис. 3 – Аутентификация пользователей в *Kerberos*

Для корректной работы протокола необходима синхронизация системных часов всех клиентов.

Достоинства протокола *Kerberos*:

- отсутствие передачи аутентифицирующей информации в открытом виде;
- отсутствие снижения производительности сети из-за многократного использования билетов;
- возможность использования единой учетной записи клиента для доступа к любым сетевым ресурсам домена.

Основным недостатком протокола является необходимость использования только совместимых с протоколом версий всех клиентских и серверных приложений, иначе передача паролей будет осуществляться в незашифрованном виде, что создает угрозу безопасности сети.

Протокол *Kerberos* наилучшим образом подходит для управления аутентификацией пользователей в корпоративных сетях (например, при использовании 1С бухгалтерии), что значительно упрощает процессы учета, администрирования и добавления клиентов корпоративной сети.

Список литературы

1. Network Working Group C. Neuman. RFC 4120 – The Kerberos Network Authentication Service (V5) [Текст] / MIT, 2005. – 137 с.
2. Indbooks: Аутентификация средствами Kerberos [Электронный ресурс] – URL: <http://indbooks.in/mirror4.ru/?p=17009>.
3. KIEV.CONVDOCS: Системы управления ключами [Электронный ресурс] – URL: <http://kiev.convdocs.org/docs/690/index-1335389-8.html>.
4. Pro-LDAP: Руководство по выживанию – Kerberos [Электронный ресурс] – URL: <https://pro-ldap.ru/tr/zytrax/tech/kerberos.html>.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Киреева Анастасия Сергеевна, студент

(e-mail: anastasiya.kireeva.98@mail.ru)

Кротенко Татьяна Юрьевна, к. филос. н., доцент

Государственный университет управления, г. Москва, Россия

(e-mail: krotenkotatiana@rambler.ru)

Характерной чертой современного общества стало его ускоренное развитие. Новые технологии приходят на смену существующим гораздо быстрее, чем это было 20 или 30 лет назад. Мир ускоряется, ускоряется и жизнь человека. За одинаковое количество времени он должен сделать больше работы, нежели раньше. Некоторые операции мы смогли переложить на новейшие технологии и механизмы. Однако управлять ими должен все равно человек. Мы одарены потенциалом, позволяющим использовать свои способности применительно к определенным ситуациям, приспособляться, обучаться, запоминать и использовать полученные знания для управления окружающей средой.

Ключевые слова: информация, искусственный интеллект, информационные и цифровые технологии, цифровая экономика.

С развитием науки и техники люди задались вопросом, а можно ли воссоздать данную способность в виде компьютерной программы, способной мыслить не просто как человек, а быстрее него. Первая подобная попытка началась еще в середине 1950-х гг. Определенные успехи тогда были достигнуты, однако до появления искусственного интеллекта человеческого уровня нам, как и 60 лет назад, еще предстоит пройти большой путь. Конечно, уже созданы суперкомпьютеры, а машины начали заменять людей в рамках некоторых профессий. Но единственное, что отодвигает дату появления искусственного интеллекта, подобного человеческому – только наше собственное воображение и способность находить все новые возможности для совершенствования систем. Мы знаем, какой результат хотим получить в итоге, хотя предсказать, когда же мы его достигнем не представляется возможным [1].

На сегодняшний день над проблемой создания искусственного интеллекта и внедрения его в нашу жизнь работают многие страны мира. В России к разработке приняты такие направления исследований, как интеллектуальная обработка больших объемов информации, управление техническими и медицинскими системами диагностики. Эти и многие другие направления развития искусственного интеллекта претерпят серьезные изменения в последующие несколько лет [2].

Согласно данным исследования, проведенного аналитическим центром TAdviser и компанией «Инфосистемы Джет» в 2017 году, объем рынка искусственного интеллекта в РФ составил 700 млн. руб. К 2020 году прогно-

зируется его рост до 28 млрд. руб. (рост на 4000%), а размера рынка – до \$460 млн. [3]. Наблюдается тенденция увеличения числа проектов, осуществляемых с применением наработок по искусственному интеллекту. Конечно, основная доля таких проектов приходится на проекты банков и финансовых организаций, однако не отстают от них и энергетические компании. А известные всем «Сбербанк», «Газпром нефть» и МТС уже создали целые отделы, непосредственно связанные с разработкой и применением интеллектуальных технологий.

Столь хорошие показатели роста данной сферы научных и технологических разработок в России объясняется наличием нескольких благоприятных предпосылок:

- Позднее развитие рынка искусственного интеллекта в России и использование опыта других стран;
- Государственная поддержка развития сферы разработки и внедрения искусственного интеллекта;
- Функционирование на российском рынке крупных компаний из разных отраслей, желающих и способных вкладывать большие средства в разработку и внедрение таковых программ.

Формирующийся широкий спрос на технологии искусственного интеллекта требует появления нового поколения IT-специалистов, способных заниматься как разработкой, так и внедрением данного рода программ для повышения эффективности работы компаний и решения новых задач, ранее не стоявших или бывших труднореализуемыми. В этом году более чем в ста вузах страны были запущены программы обучения технологиям искусственного интеллекта. В скором времени прогнозируется, что полученные на таких курсах знания станут необходимым условием конкурентоспособности и востребованности выпускающихся специалистов на рынке труда.

Согласно данным исследования «Цифровая экономика от теории к практике: как российский бизнес использует искусственный интеллект», которое было проведено РАЭК и НИУ ВШЭ при участии Microsoft, стало известно, что по состоянию на весну 2019 года большинство управленцев высшего и среднего звена применяют технологии проектного анализа (35%), виртуальных помощников (38%) и машинного обучения (35%) [4]. В последующие пять лет ожидается дальнейшее расширение применения таковых программ с использованием запросов на естественном языке. Главными причинами положительных оценок от внедрения современных технологий считается их окупаемость во времени, возможность применения для решения стратегических задач и высокое качество разрабатываемых IT-продуктов.

Однако область применения искусственного интеллекта в российских компаниях до сих пор концентрируется лишь в рамках исследовательских задач и проведения разработок систем по работе с клиентами (таких как персонализация, разработка пакетов индивидуальных предложений для

клиентов). Приоритетными направлениями использования признаются оптимизация бизнес-процессов, помощь в разработке новых продуктов и увеличение производительности труда.

Государство заинтересовано в развитии сферы применения искусственного интеллекта, в том числе для использования его на нужды государственного аппарата. Президент РФ В. Путин 13 июня 2019 года передал поручение Министерству цифрового развития в сотрудничестве с такими компаниями, как, например, «Газпром нефть», и управляющая компания «Российского фонда прямых инвестиций» рассмотреть проект национальной стратегии развития технологий в области искусственного интеллекта [5]. Одной из причин повышенного интереса к данному вопросу объясняется цифровизацией мирового сообщества, его компьютеризацией. Создание искусственного интеллекта становится еще одним конкурентным преимуществом в борьбе стран за расширение своего влияния и достижения других сопутствующих целей. К тому же многие эксперты высказываются за осмотнительное отношение к подобного рода технологиям. Есть вероятность разработки программ такого высокого уровня организации, что они смогут стать еще одним оружием, способным подчинять целые государства своей власти. И во главе окажется страна, владеющая подобной технологией [6]. Сейчас создание компьютерного интеллекта, способного превзойти человеческий и подчинить его, кажется чем-то из рода фантастики. Однако даже такие ученые, как Стивен Хокинг, заставляют задуматься над подобным исходом событий. Данная тематика вопроса была поднята на Пекинской конференции 2016 года.

Согласно оценке аналитиков международной консалтинговой компании Frost & Sullivan, объем рынка технологий искусственного интеллекта вырастет до 52,5 млрд. долл. в 2022 году в сравнении с 2017 годом (13,4 млрд. долл.). Ежегодный темп роста предположительно составит 31%. По состоянию на второй квартал 2019 года финансирование подобных стартап-технологий составило 7,4 млрд. долл. - максимум подобных вложений по сравнению с предшествующими годами [7]. Из анализируемых данных следует, что искусственный интеллект постепенно, уверенными темпами входит в наш повседневный и рабочий ритм жизни. Многие крупные отрасли уже активно применяют его на практике, а другие готовы это сделать. Внедрения таковых улучшений ведения бизнес-процессов позволяют повысить конкурентоспособность компании [8].

В последующие 5 лет на рынок труда России будет выпущено около 50 тыс. ИТ – специалистов (нынешних студентов вузов), способных принимать активное участие в разработке и внедрении программ искусственного интеллекта. Рост интереса к подобным разработкам и соответствующей подготовке кадров позволяют наращивать объем рынка искусственного интеллекта, данные технологии уже начали проникать во все отрасли и сферы нашей жизни. Растет число компаний, желающих разработать и внедрить у себя технологии искусственного интеллекта, чтобы повысить эффектив-

ность ведения рабочих процессов и производительность труда специалистов. Данное освобождение человека от выполнения некоторых операций, доверенных машине, даст возможность уделить больше внимания принятию управленческих решений [7].

Список литературы

1. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта [Электронный ресурс] / TADVISER Государство. Бизнес. ИТ.- Режим доступа: <http://www.tadviser.ru/index.php/> Статья: Национальная стратегия развития искусственного интеллекта (Дата обращения: 24.09.2019).
2. Искусственный интеллект (мировой рынок) [Электронный ресурс] / TADVISER Государство. Бизнес. ИТ.- Режим доступа: <http://www.tadviser.ru/index.php/> Статья: Искусственный интеллект (мировой рынок) (Дата обращения: 23.09.2019).
3. Forrester: как искусственный интеллект переформирует рынок труда [Электронный ресурс] / itWeek . - Режим доступа: <http://www.itweek.ru/ai/article/detail.php?ID=208219> (Дата обращения: 23.09.2019).
4. Российская практика применения искусственного интеллекта [Электронный ресурс] / itWeek . - Режим доступа: <http://www.itweek.ru/ai/article/detail.php?ID=207203> (Дата обращения: 23.09.2019).
5. Искусственный интеллект (рынок России) [Электронный ресурс] / itWeek . - Режим доступа: <http://www.itweek.ru/index.php/> Статья: Искусственный интеллект (рынок России) (Дата обращения: 21.09.2019).
6. Кротенко Т.Ю. Институт образования и цифровая социализация. Тенденции развития науки и образования. 2019. № 48-3. С. 71-73.
7. Шарипов Ф.Ф. Цифровое развитие международного бизнеса. В сборнике: Приоритетные и перспективные направления научного-технического развития Российской Федерации материалы II-й Всероссийской научно-практической конференции. Москва, 2019. С. 112-113.
8. Шарипов Ф.Ф. Умные города как результат реализации теории пространственного развития. В сборнике: ЛЬВОВСКИЕ ЧТЕНИЯ - 2019 СБОРНИК СТАТЕЙ VII ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Под научной редакцией Г.Б. Клейнера. Москва, 2019. С. 59-61.
9. Экономическая безопасность организации: сущность, угрозы, принципы/ Лоханова В.Н., Кротенко Т.Ю.// Вестник Университета (Государственный университет управления). 2015. № 9. С. 347-351.
10. Философские аспекты интеллектуального потенциала организации/ Кротенко Т.Ю.// В сборнике: Шаг в будущее: искусственный интеллект и цифровая экономика, Материалы 1-й Международной научно-практической конференции. Государственный университет управления. 2017. С. 106-111.
11. Образование преобразователей/ Кротенко Т.Ю.// Вестник Университета (Государственный университет управления). 2009. Т. 1. № 25. С. 251-258.
12. Управление изменениями/ Жернакова М.Б., Кротенко Т.Ю.// Учебник и практикум / Москва, 2015. Сер. 58 Бакалавр. Академический курс (1-е изд.)
13. Возможности цифровизации рефлексии в проектном управлении/ Кротенко Т.Ю.// В сборнике: Шаг в будущее: искусственный интеллект и цифровая экономика. Революция в управлении: новая цифровая экономика или новый мир машин Материалы II Международного научного форума. 2018. С. 62-65.
14. Агентские конфликты как следствие корпоративного мошенничества/ Кротенко Т.Ю., Степаненко С.Э., Шитуева Д.А.// В сборнике: Актуальные проблемы управления - 2018, материалы 23-й Международной научно-практической конференции. Государственный университет управления. Москва, 2019. С. 55-58.

15. Формирование приёмов мотивационного менеджмента/ Кротенко Т.Ю.// В сборнике: Актуальные проблемы управления – 2018, материалы 23-й Международной научно-практической конференции. Государственный университет управления. Москва, 2019. С. 58-62.

16. Преобразования и образование преобразователей/ Кротенко Т.Ю.// Вестник Университета (Государственный университет управления). 2012. № 12. С. 30-35.

УДК 621.9

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СПИРОИДНЫХ ЗАЦЕПЛЕНИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Кириянов К.В., Пешехонов К.Ю.

Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, Россия

В статье рассматривается применение спироидных редукторов при эксплуатации, обеспечивающие долговечности работы, плавного хода, повышение нагрузочной и перегрузочной способности. Показаны отличительные особенности геометрии и кинематики зацепления.

Ключевые слова: спироидная передача, редуктор, кинематика

Топливо-энергетический комплекс – основа развития всех отраслей экономики России. Важнейшим его элементом является система магистральных трубопроводов для транспорта нефти, газа и продуктов их переработки. Географическое расположение месторождений нефти и газа в России и их потребителей ставит трубопроводный транспорт на первое место среди всех остальных видов. Только трубопроводный транспорт способен гарантировать бесперебойную и равномерную поставку значительных грузопотоков нефти, нефтепродуктов и газа, обеспечивая при этом наименьшие экономические затраты.

Необходимо отметить, что успешное внедрение новых технологий в области трубопроводного транспорта углеводородного сырья требует масштабных инвестиций и научных разработок. Одной из задач, которую при этом необходимо решить, является создание современной инфраструктуры. Инфраструктура включает в себя разнообразные запорные устройства вместе с электроприводами трубопроводной арматуры (ТПА).

Применение спироидных редукторов решает ряд конструкционных и проектировочных проблем: уменьшение габаритных размеров и массы, обеспечение долговечности работы при эксплуатации, использование плавного хода, повышение нагрузочной и перегрузочной способности и другие. Благодаря этому и таким отличительным особенностям геометрии и кинематики зацепления, как повышенный коэффициент перекрытия, исключение обратного хода и благоприятные условия контакта.

Разработка и освоение производства спироидных редукторов трубопроводной арматуры (ТПА) началось в 1995 году. По заданию одного из заводов, производящих шаровые краны для трубопроводов, были начаты рабо-

ты по созданию спироидных редукторов взамен червячных редукторов для управления арматурой. [1,2] Это решение было принято на основании анализа достоинств геометрии и кинематики зацепления спироидных передач, делающих предпочтительным их применение в приводах трубопроводной арматуры с учетом характерных для них условий эксплуатации, а именно: высоких нагрузочных и, в особенности, перегрузочных моментов, низких скоростях вращения, широких диапазонах рабочих температур. Действительно, большой коэффициент перекрытия, большие значения приведенных радиусов кривизны, благоприятное расположение контактных линий, меньшие (нежели в червячных передачах) скорости скольжения, меньшая чувствительность к различного рода погрешностям обеспечивают большую нагрузочную и перегрузочную способность и износостойкость спироидных передач сравнительно с их ближайшими аналогами – червячными передачами. Результатом этой работы стал первый ряд спироидных редукторов, состоящий из четырех типоразмеров: РС1-60, РС1-77, РК6/РС1-93 и Ц2/РС1-125.

В настоящее время разработан ряд по конструкции спироидных редукторов, устанавливаемых на различную арматуру шаровые краны, заслонки, задвижки, клапаны, для широкого диапазона нагрузочных моментов – от 300 до 64000 Нм.

Спироидный редуктор трубопроводной арматуры устанавливается на фланец запорного узла (ЗУ) и обеспечивает приведение в действие его исполнительного органа – пробки или диска. На входном валу редуктора устанавливается либо электропривод вращательного действия, либо маховик для ручного управления.

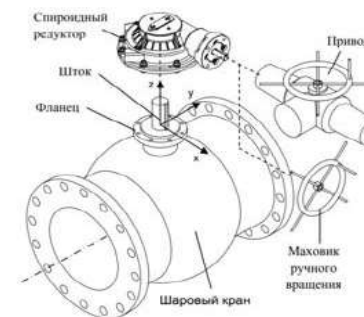


Рисунок 1 – Запорный узел трубопроводной арматуры

В настоящее время развернулись широкие работы по модернизации действующих и строительству новых трубопроводов, что вызвано не только их физическим износом, но и потребностью в новых, безопасных трубо-

проводах (особенно, если они прокладываются в водных акваториях, например, в акватории «Северный поток»).

Одной из задач, которую при этом необходимо решить, является создание современной инфраструктуры. Инфраструктура включает в себя разнообразные запорные устройства вместе с электроприводами трубопроводной арматуры (ТПА).

Применение спироидных передач решает ряд конструктивных и проектных проблем: уменьшение габаритных размеров и массы, обеспечение долговечности работы при эксплуатации, использование плавного хода, повышение нагрузочной и перегрузочной способности и другие [3]. Благодаря этому и таким отличительным особенностям геометрии и кинематики зацепления, как повышенный коэффициент перекрытия, исключение обратного хода и благоприятные условия контакта.

Список литературы

1. Анферов, В.Н. Особенности проектирования приводов машин с самотормозящими цилиндрическими спироидными передачами [Текст] / В.Н. Анферов, А.В. Кузьмин // Строительные и дорожные машины. – 2015. – № 8. – С. 47-50.

2. Анферов, В.Н. Проектирование приводов подъемно-транспортных машин на основе спироидных передач с гарантированным ресурсом по износу: монография [Текст] / В.Н. Анферов. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 214 с.

3. Пешехонов, К.Ю. Вариант анализа пространства формирования зубьев спироидных колес / К.Ю. Пешехонов, А.С. Тарапанов // Механика XXI века. – Братск: Братский государственный университет. – 2017. – № 16. – С. 116-120.

УДК 621.9

ОСОБЕННОСТИ ОКОНЧАТЕЛЬНОГО ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КОЛЕС С КРУГОВЫМ ЗУБОМ

Ковалева В.С., Шаблинская Т.Н.

Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, Россия

В статье рассматривается применение эвольвентных зубчатых колес при эксплуатации, обеспечивающие долговечности работы, плавного хода, повышение нагрузочной и перегрузочной способности. Показаны отличительные особенности геометрии и кинематики зацепления.

Ключевые слова: эвольвентное зубчатое колесо, передача, кинематика

Эвольвентные колеса за период почти двухвековой эксплуатации доказали свое преимущество перед другими видами зубчатых зацеплений. Они технологичны, так как получить эвольвентный профиль можно движением обката, как инструментальной рейки, так и другого зубчатого колеса. Эвольвентные зубчатые передачи терпимы к колебаниям межосевых расстояний, перекосам осей. Существенным недостатком, ограничивающим их несущую способность, является малая площадь контакта между зубьями, что побуждает поиски путей его преодоления [1].

Арочные колеса продолжают естественное совершенствование эвольвентных зубчатых передач, занимая свое место в ряду: прямозубые, косозубые, шевронные, арочные. По всем параметрам - массогабаритным характеристикам, плавности работы, несущей способности, передаваемому крутящему моменту, износостойкости они должны превзойти в редукторах любых машин как прямозубые, косозубые или шевронные колеса. Арочные колеса - это колеса с круговыми зубьями с симметричным расположением зубьев по ширине венца. Арка - одна из наиболее жестких конструкций из всех известных в технике. Именно расположение зубьев повышает прочность и жесткость зубьев, способствуя повышению плавности работы, снижению уровня шума передач под нагрузкой, увеличению долговечности их работы. Практическое подтверждение ожидаемых преимуществ можно наблюдать в переходе на круговые зубья в конических зубчатых передачах.

Арочный зуб - это частный случай кругового зуба, у которого центральное сечение, перпендикулярное оси, условно разделяет зуб на две симметричные половины [2].

Внешне арочные колеса напоминают шевронные, но зубья располагаются не по прямым линиям, а по радиусу, образуя арку. Получить полное представление об арочном колесе можно следующим образом:

- расчленить прямозубое колесо на сверхтонкие поверхности (слои), перпендикулярные оси колеса;
- развернуть делительный цилиндр вместе с зубьями в плоскость;

- сместить эти слои, сдвигая их параллельно друг другу таким образом, чтобы все одноименные точки зубьев расположились по радиусу, который назовем «радиусом арки»;

- свернуть развертку вместе с зубьями в делительный цилиндр.

Каждый зуб имеет две стороны, из которых одна выпуклая, а вторая вогнутая (рисунок 1).



Рисунок 1

На рисунке 1 ведущая шестерня (малое колесо) имеет правое расположение зуба, а ведомое колесо - левое. Это условное разграничение колес предложено для упреждения возможных ошибок при изготовлении и сборке.

Чтобы не создавать предпосылок к возникновению ошибок при нарезании колес, целесообразно при конструировании арочных передач, как минимум, одно из колес пары делать полностью симметричным относительно центрального сечения венца. Это создаст возможность произвольно нарезать колеса правого и левого исполнения, а затем при сборке передачи определять правильное положение путем переворота симметричного колеса на валу.

Основное преимущество арочных колес в сравнении с шевронными состоит в том, что арочный зуб в центральном сечении не имеет раздельной канавки. Единая арка на всей ширине обеспечивает наивысшую жесткость из всех возможных вариантов исполнения зубьев.

Арочная передача аккумулирует все лучшие стороны прямозубых, косозубых и шевронных. Положительные стороны:

1. Арочные колеса могут быть получены универсальным режущим инструментом, единым для колес с различным числом зубьев.

2. Предлагаемый в работе инструмент для зубонарезания уменьшает, по сравнению со всеми известными способами, степень влияния точности режущего инструмента на точность колеса.

3. Арочная форма придает зубу наивысшую жесткость и прочность из всех других возможных вариантов формы зубьев.

4. Арочная передача благодаря эволюционному профилю зубьев терпима к погрешностям межосевых расстояний.

5. При использовании арочной передачи отсутствуют осевые нагрузки на валы.

6. У арочной передачи мала вероятность однопарного зацепления, благодаря чему снижается нагрузка на каждый зуб и повышается долговечность передачи.

7. Ряд особенностей, общих с косозубыми передачами, повышает плавность работы и обеспечивает уменьшение уровня шума.

8. Точность профиля, окружного шага и шага зацепления, радиальное биение, накопленная ошибка шага - эти параметры арочного колеса могут быть проконтролированы теми же инструментами и методами, которые используют при контроле прямозубых цилиндрических колес.

Недостатки:

1. Как и шевронная, арочная передача не может быть собрана при осевом смещении одного колеса относительно другого.

2. Высокие показатели несущей способности проявят себя в полной мере только при единственно правильном осевом расположении одного колеса относительно другого, которое образно можно назвать «арка в арку».

3. Зубчатое колесо с правым расположением зубьев может зацепляться только с колесом, имеющим левое расположение.

Список литературы

1. Гречишников В.А., Схиртладзе А.Г., Борискин В.П. Формообразующие инструменты машиностроительных производств. Инструменты общего назначения: Учеб. / -3-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. - 432с. - ISBN 978-5-94178-158-4.

2. Макалова О.А., Рубин П.С. Оборудование и инструмент для изготовления колес с арочными зубьями/ О.А. Макалова, П.С. Рубин// Научно-технический журнал: Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии- №3-3(293), 2012.

АНАЛИЗ ДАННЫХ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Комаристая Ксения Олеговна, специалист

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

*Воронежское акционерное самолетостроительное общество,
г. Воронеж, Россия*

В статье обсуждаются возможности анализа данных внутри интеллектуальных информационных систем.

Ключевые слова: анализ данных, интеллектуальная информационная система.

Достаточно давно для обработки и хранения информации применяются всевозможные системы управления базами данных. На настоящий момент наиболее популярны реляционные СУБД. Одной из особенностей этих систем является поддержка встроеного языка запросов SQL.

Несмотря на большое количество достоинств этого языка, и различных его диалектов, он изначально, имеет достаточно ограниченные возможности по сложному, комплексному анализу данных.

В настоящее время, появилась надстройка языка SQL - аналитический SQL, который применяется, в частности, в такой популярной СУБД, как Oracle. Несмотря на это, проведение глубокого анализа большого объема данных только средствами аналитического SQL практически невозможно.

Для решения задач выявления скрытых закономерностей или взаимосвязей [1, 2] между переменными в больших необработанных массивах данных, в настоящее время, популярна технология интеллектуального анализа данных (англ. - Data Mining). Интеллектуальный анализ данных предполагает ряд этапов обработки первоначальных данных, для получения итоговой информации о выявленных закономерностях и взаимосвязях [3, 4].

В литературе так же могут выделять еще ряд задач, однако наиболее важными являются задачи классификации, кластеризации и сокращения описания.

Для решения задачи кластеризации и классификации [5, 6] на настоящий момент наиболее популярными являются алгоритмы на нейронных сетях, однако применяются и другие методы математической статистики.

Лидирующим методом в решении задачи сокращения описания является метод главных компонент, предложенный в 1901 году Карлом Пирсом.

Метод так же известен, как преобразование Кархунена - Лоэва. Вычисление главных компонент сводится к вычислению собственных векторов и собственных значений ковариационной матрицы исходных данных.

Рассмотрим подход к построению модели данных для их последующей визуализации и дополнительной обработки при помощи нечетких взвешенных графов [7].

Графы, как таковые, достаточно давно применяются в различных методах обработки информации. Однако, теория нечетких графов еще сравнительно молода и только находит себе применения в интеллектуальном анализе данных.

Несмотря на это, что нечеткие множества активно применяются в построении экспертных систем. Более того, в настоящий момент существуют даже СУБД, где данные представляются в виде нечетких множеств.

В рамках этих СУБД реализованы расширения языка запросов, позволяющие производить нечеткую обработку данных.

При машинном моделировании нечеткий граф можно задавать матрицей нечеткости, каждый из элементов которой можно определить как получившуюся в итоге графовую модель связи между различными элементами исходного набора можно использовать для решения различного ряда задач - поиска множеств с максимальной вероятностью совместного нахождения в "счете", поиска множеств с минимальным приростом итоговой стоимости, многокритериального анализа и пр.

Формализация информации в виде графовой модели особенно удобна тем, что позволяет использовать все множество различных графовых алгоритмов и делает возможной реализацию подобного метода обработки информации [8, 9] посредством наиболее популярных языков программирования высокого уровня.

Однако, сам по себе, подобный метод моделирования требует, для повышения достоверности результатов, наличие репрезентативной и объемной выборки данных.

Впрочем, требование к большому количеству исходных данных для анализа предъявляют практически все алгоритмы моделирования в технологии интеллектуального анализа данных. Отдельно стоит отметить, что графовая модель не требует дополнительных преобразований для последующей визуализации, так как сама по себе является достаточно наглядной. Графовые модели представляются достаточно удобными, для использования их в технологии интеллектуального анализа данных.

Список литературы

1. Зяблов Е.Л., Преображенский Ю.П. Разработка лингвистических средств интеллектуальной поддержки на основе имитационно-семантического моделирования // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2009. № 5. С. 024-026.
2. Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Применение статистических методов при управлении предприятием // Наука Красноярья. 2017. Т. 6. № 1-2. С. 273-278.
3. Преображенский Ю.П. Оценка эффективности применения системы интеллектуальной поддержки принятия решений // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2009. № 5. С. 116-119.
4. Зяблов Е.Л., Преображенский Ю.П. Построение объектно-семантической модели системы управления // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 029-030.
5. Преображенский А.П. Анализ методов кодирования разных видов информации // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 74-77.

6. Львович Я.Е., Питолин А.В., Сорокин С.О. Оптимизация проектирования многоаспектной цифровой среды системы однородных объектов на основе процедур декомпозиции и агрегации // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 186-195.

7. Русанов П.И., Юрочкин А.Г. Проблемы сетевого моделирования // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 64-66.

8. Кизим А.В., Матохина А.В., Кравец А.Г., Мединцева И.П. Программный комплекс поддержки модернизации технических систем // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 311-324.

9. Даценко Н.В., Горбатенко С.А., Горбатенко В.В. Адаптивная автоматизированная система как средство дифференциации обучения при подготовке специалистов в области информационных технологий // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 382-390.

10. Организация построения информационных систем обеспечения управления высшим учебным заведением/ Николаев В.Н., Титова Г.С.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 1. С. 245-249.

11. Оценка эффективности локальной вычислительной сети при решении главной и обеспечивающих задач/ Николаев В.Н., Рогатин С.И., Коломиец Е.А., Атакишев О.И.// Известия Юго-Западного государственного университета. 2019. Т. 23. № 2. С. 174-185.

12. Организация инфраструктуры производства базовых информационных ресурсов научно-промышленного предприятия/ Николаев В.Н., Макарын И.В.// Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2013. № 1. С. 93-100.

13. Модель оценки надежности пропускной способности двухуровневой системы обработки геопространственной информации коллективного пользования/ Николаев В.Н.// Системы управления и информационные технологии. 2006. № 3 (25). С. 23-26.

14. Метод управления технико-экономическими ресурсами телекоммуникационной инфраструктуры геоинформационной системы предприятия/ Николаев В.Н., Мяснякина Д.В.// Телекоммуникации. 2014. № 11. С. 34-38.

15. Геоинформационные системы и информационные технологии в телекоммуникациях/ Николаев В.Н.// Телекоммуникации. 2016. № 5. С. 38-41.

НЕЧЕТКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ

Комаристая Ксения Олеговна, специалист

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

*Воронежское акционерное самолетостроительное общество,
г.Воронеж, Россия*

Работа посвящена нечеткому моделированию в задачах управления в организациях.

Ключевые слова: нечеткое моделирование, компания, управление.

В настоящее время продолжает расширяться применение методов искусственного интеллекта к различным задачам, и в частности метода нечеткой логики.

Последнее обстоятельство обусловлено тем, что нечеткие множества являются наиболее адекватным математическим аппаратом для описания большинства входных и выходных данных, которые известны лишь с той или иной степенью точности [1, 2].

Кроме этого часто сама математическая модель, описывающая взаимосвязь между этими данными может быть приближенной и заведомо отличаться от истинных характеристик, либо содержать уравнения решаемые лишь приближенно.

В некоторых задачах, если производить моделирование без учёта погрешности и неопределенности, может создаться иллюзия точности промежуточных результатов, что в дальнейшем приведёт к неверной интерпретации конечного результата [3, 4].

Также аппроксимация точными определениями может привести к потере некоторых конечных результатов. Что может быть очень опасно, если маловероятные, но всё же, критически.

Важные исходы того или иного процесса не будут учтены. Особую роль играет то, что при моделировании чаще всего используются цифровые ЭВМ, в которых все результаты вычислений, так или иначе, округляются [5, 6].

В перспективе развития вычислительной техники, и в особенности квантовых компьютеров, ожидается применение именно нечеткой логики для моделирования систем.

Это диктуется не только теми удобствами, которые предоставляет теория нечетких множеств, но и её естественная реализация методами квантовой информатики.

Так в частности функция принадлежности может быть реализована при помощи всего одного квантового бита, а квантовый параллелизм позволит одновременно изменять функции принадлежности для нескольких нечетких множеств.

Рассмотрим применение моделей нечеткой логики для получения четкой информации на примере экспертной оценки объектов по качественным признакам связи друг с другом [7, 8].

Предположим, что есть множество объектов $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$. Объекты находятся во взаимосвязи друг с другом, но степень этой взаимосвязи не известна.

Эксперты должны определить силу связи на основе опыта и предпочтений.

Результатом проведенной экспертизы должна стать ранжировка объектов, на основе которой возможно принятие решений, например, в области управления объектами.

В данном контексте предлагается использовать методы теории нечеткой логики в установлении связей между объектами [9, 10]. Суть его заключается в следующем.

Во-первых, любой объект имеет заданный набор признаков, которые являются значимыми для экспертов при определении взаимосвязи объектов.

Во-вторых, поскольку сила связи неизвестна, количественно не измерена, то экспертам приходится оперировать такими понятиями, как: «не связаны», «слабо связаны», «связаны» или «сильно связаны».

Список литературы

1. Ермолова В.В., Преображенский Ю.П. Методика построения семантической объектной модели // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 87-90.
2. Зяблов Е.Л., Преображенский Ю.П. Разработка лингвистических средств интеллектуальной поддержки на основе имитационно-семантического моделирования // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2009. № 5. С. 024-026.
3. Паневин Р.Ю., Преображенский Ю.П. Реализация транслятора имитационно-семантического моделирования // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2009. № 5. С. 057-060.
4. Русанов П.И., Юрочкин А.Г. Проблемы сетевого моделирования // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 64-66.
5. Львович Я.Е., Питолин А.В., Сорокин С.О. Оптимизация проектирования многоаспектной цифровой среды системы однородных объектов на основе процедур декомпозиции и агрегации // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 186-195.
6. Кизим А.В., Матохина А.В., Кравец А.Г., Мединцева И.П. Программный комплекс поддержки модернизации технических систем // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 311-324.
7. Львович И.Я., Кравцова Н.Е., Чупринская Ю.Л. Особенности решений для обработки текстовых данных // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 89-92.
8. Даценко Н.В., Горбатенко С.А., Горбатенко В.В. Адаптивная автоматизированная система как средство дифференциации обучения при подготовке специалистов в области информационных технологий // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 382-390.
9. Шапаев А.В., Юдаков Д.А., Часовской А.А. Проблемы поиска текстовой информации в больших объемах данных // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 113-115.

10. Андраханов С.В., Львович Я.Е., Преображенский А.П. Учебно-исследовательская САПР мехатронно-модульных роботов // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2013. Т. 9. № 3-1. С. 24-27.

11. Подход к оценке эффективности создания инновационной геоинформационной продукции/ Николаев В.Н., Горбатенко С.А., Зайцев С.А., Толстолыткин А.В., Шуклина А.А.// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2015. № 5 (10). С. 29-34.

12. Информационная система обеспечения управления образовательным медицинским учреждением/ Николаев В.Н., Гранкин А.Н., Алябьев И.В.// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2015. № 5 (10). С. 24-29.

13. Модель организации технико-экономических ресурсов инновационного предприятия/ Николаев В.Н., Дорохов Д.С., Толбин А.Э.// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2017. № 4. С. 59.

14. Методология управления развитием научно-производственных предприятий на основе контроллинга/ Кузьмин Г.В., Николаев В.Н., Рогатин С.И.// Курск, 2019.

15. Модели и методы управления внутренним конкурентным потенциалом вуза/ Николаев В.Н., Ткаченко К.А.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 1. С. 124-129.

16. Организация инфраструктуры системы управления инновациями высшего учебного заведения/ Вертакова Ю.В., Николаев В.Н.// Известия Юго-Западного государственного университета. 2011. № 6-1 (39). С. 37-41.

УДК 621.9

МЕТОДИКА РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДОЛБЯКОВ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ ШЛИЦЕВ РАДИУСНОГО ПРОФИЛЯ

Корячкин В.П., Черепенько А.А., Мальфанов А.А., Хайдаров А.Ф.

г.Орел, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева

В статье рассмотрен графический метод по проектированию профиля зуба профильного инструмента долбяка средствами ЭВМ – программные пакеты Microsoft Office и КОМПАС. Разработаны наиболее полные и удобные для расчетов математические модели, описывающие процесс формирования сложных поверхностей деталей, имеющих зубчатые венцы с треугольным профилем и радиусным профилем.

При изготовлении деталей со шлицевыми отверстиями, имеющими треугольный профиль шлицев, в условиях серийного и мелкосерийного производства обработку часто выполняют по методу обката при использовании долбяков со специальным криволинейным профилем зубьев. В этом случае приходится решать задачу по расчету и проектированию специальных долбяков.

Отличительной особенностью данного долбяка является то, что он предназначен для получения зуба профилем которого является радиус. Стандартные методики либо не подходят для расчета и профилирования данного инструмента, либо не позволяют получить нужную точность про-

филя [2, 3]. Для проектирования мы применили программное обеспечение КОМПАС.

Первым шагом при расчете было получение диаметра делительной окружности долбяка d_0 . Долбяки с большим делительным диаметром обеспечивают получение увеличенных высот профилей шлицев нарезаемых деталей и имеют большую коррекцию. При увеличении коррекции увеличивается исходное расстояние долбяка и соответственно запас на его переточку. При этом качество поверхности зубьев нарезаемых деталей повышается.

Таким образом, целесообразно номинальный делительный диаметр долбяка принимать максимально возможным, которое допускает имеющийся зубодолбежный станок.

Начертив профиль шлицев детали в программе (рисунок 1), мы получили угловой шаг шлицев детали α_d (рисунок 2).

Наиболее точно и наглядно это можно сделать средствами ЭВМ – программные пакеты *Microsoft Office* и *КОМПАС*.

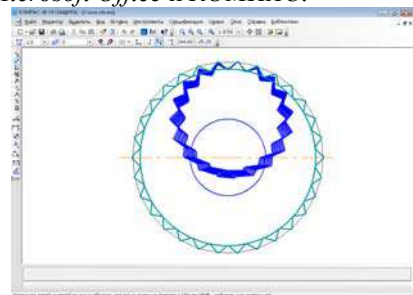


Рисунок 1. Движение обката долбяка

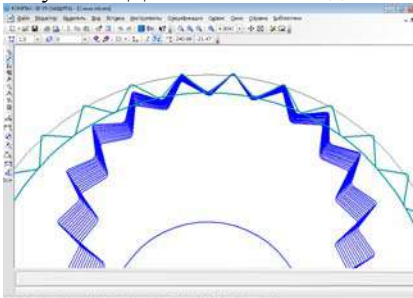


Рисунок 2. Движение обката долбяка (увеличено)

Расчет угла поворота долбяка сделаем в *Microsoft Office Excel 2007*. В программе КОМПАС чертим все положения долбяка (рисунок 1, 2).

Графическим методом установили, что подрезание ножки шлица и срез головки шлица детали отсутствует (рисунок 2).

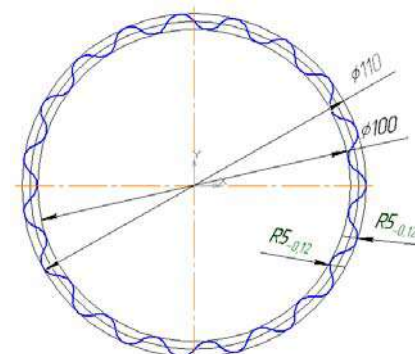


Рисунок 3. Профиль шлица детали

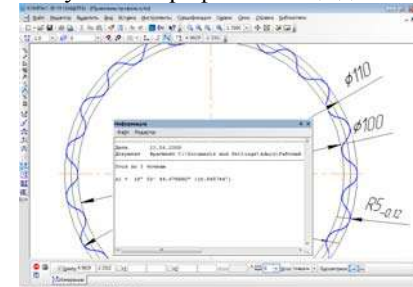


Рисунок 4. Угловой шаг шлицев

Переводим полученный угол в радианы по формуле

$$\alpha_e = \frac{\alpha_d \cdot \pi}{180}, \quad (1)$$

где α_d - угол колеса в градусах.

По формуле (2) вычисляем длину дуги окружности между двумя ближайшими центрами шлицев (рисунок 5 точки A и B)

$$L_u = 2\pi R, \quad (2)$$

где L_u - длина дуги окружности между двумя центрами шлицев;

R – радиус делительной окружности колеса.

Выбираем количество зубьев, необходимое для нарезания шлицев. Следующим шагом будем вычисление длины дуги делительной окружности долбяка. Для этого мы умножаем количество зубьев на полученную длину дуги L_u между точками A и B :

$$L_{\bar{a}} = z_{\bar{a}} \cdot L_u \quad (3)$$

где L_u – длина окружности делительного диаметра долбяка;

$z_{\bar{a}}$ – количество зубьев долбяка;

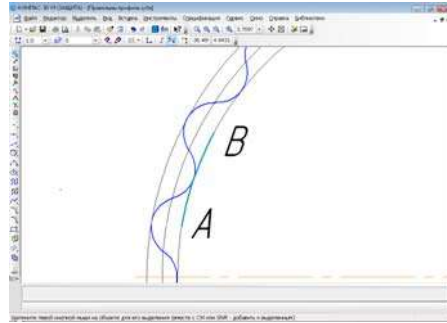


Рисунок 5. Дуга между соседними центрами шлицев

Для получения радиуса делительной окружности долбяка будет служить формула, выведенная из формулы (2):

$$R_0 = L/2\pi \quad (4)$$

Используя полученные результаты чертим профиль зуба долбяка (рисунок 6)

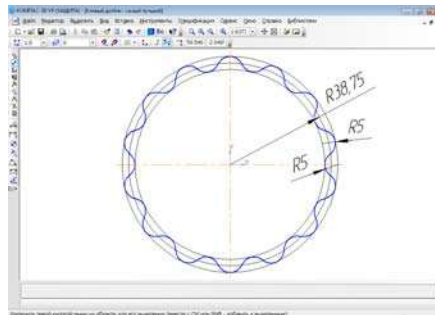


Рисунок 6. Профиль зуба долбяка

Полученный профиль режущей кромки долбяка является огибающим к профилю детали при взаимном качении без скольжения их центроид: начальных окружностей детали - радиуса r_1 и долбяка радиуса r_u . Углы поворота в процессе обработки детали φ_1 и долбяка φ_u связаны между собой следующим соотношением:

$$r_1 \varphi_1 = r_u \varphi_u,$$

отсюда:

$$r_u = r_1 \frac{\varphi_1}{\varphi_u};$$

$$\varphi_u = \frac{r_1}{r_u} \varphi_1;$$

для деталей с внутренними шлицами:

$$r_u = r_1 \frac{\varphi_u}{\varphi_1};$$

$$\varphi_u = \frac{r_u}{r} \varphi_1;$$

После расчета необходимо проверить долбяк на отсутствие подреза (проникновение за переходную кривую в материал шлица) ножки шлица и среза (удаления части материала в зоне выступа) головки шлица детали. [4]

Таблица 1. Углы поворота долбяка

φ_1	φ_u
1	0,375
2	0,75
3	1,125
4	1,5
5	1,875
6	2,25
7	2,625
8	3
9	3,375
10	3,75
11	4,125
12	4,5
13	4,875
14	5,25
15	5,625

Построенный профиль режущей кромки инструмента следует проверить обратной обкаткой - графическим методом.

Наиболее точно и наглядно это можно сделать средствами ЭВМ – программные пакеты *Microsoft Office* и *КОМПАС*.

Расчет угла поворота долбяка сделаем в *Microsoft Office Excel 2007*. В программе *КОМПАС* чертим все положения долбяка (рисунок 7, 8).

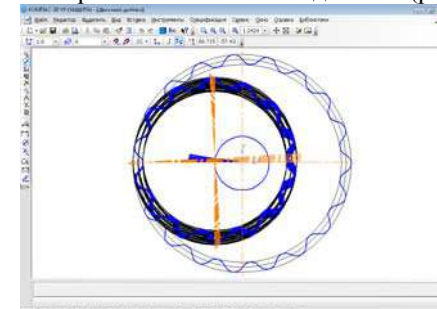


Рисунок 7. Движение обката долбяка

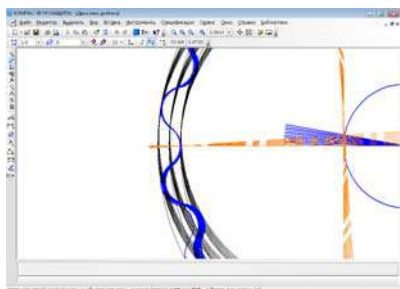


Рисунок 8. Движение обката долбяка (увеличено)

Графическим методом установили, что подрезание ножки шлица и срез головки шлица детали отсутствует (рисунок 8).

Разработаны наиболее полные и удобные для расчетов математические модели, описывающие процесс формирования сложных поверхностей деталей, имеющих зубчатые венцы с треугольным профилем и радиусным профилем.

На основе полученных в результате анализа данных выработаны рекомендации по проектированию зуборезных долбяков, для нарезания незвольвентных шлицев.

Список литературы

1. Дерли А.Н. Повышение эффективности зубодолбления.: монография / А.Н. Дерли, А.С. Тарапанов, Г.А. Харламов. – Орел: ОрелГТУ, 2008. – 152с.
2. Тарапанов А.С., Харламов Г.А. Управление процессом зубодолбления. – М.: Машиностроение, 1999, 128 с. ил.
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.: ил.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.: ил.
5. Справочник инструментальщика. И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.Н. Шевченко и др. Под общей редакцией И.А. Ординарцева- Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1987-846с.:ил.

УДК 621.9

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТНОГО РАСЧЕТА ДОЛБЯКОВ ДЛЯ КОЛЕС ВНУТРЕННЕГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ

Корячкин В.П., Черепенько А.А., Мальцев Н.А., Мельев С.

В статье рассмотрены основные положения расчета долбяков для колес внутреннего и внешнего зацепления. Показана специфика в определении числа зубьев долбяка и в необходимости дополнительной проверки конструкции долбяка на отсутствие срезания профиля зубьев долбяка в зоне, расположенной вне линии зацепления.

Ключевые слова: долбяк, зубчатое колесо, профиль зуба, линия зацепления

Как и ранее, так и в настоящее время особое внимание уделяется вопросам эффективности машиностроительного производства. Основным направлением в решении данной проблемы считается как создание новых технологических процессов, так и совершенствование существующих технологий и методов обработки. Важнейшим показателем уровня промышленного развития страны является возможность создания качественных изделий машиностроения. Совокупность показателей качества изделий выступает как главнейший результат совершенствования производства. Неотъемлемой частью всех машин и механизмов являются зубчатые передачи, которые в значительной степени определяют их эксплуатационные свойства. При производстве зубчатых колес ответственными, сложными и трудоемкими операциями технологического процесса являются зуборезные операции. Существуют различные инструменты и методы обработки зубчатых колес. В основном применяются зуборезные инструменты из быстрорежущих сталей, но использование твердого сплава повышает производительность в несколько раз. В этой области проводились исследования, но повышение производительности процессов зубонарезания до сих пор является актуальной задачей при производстве зубчатых колес.

Нарезание венцов зубчатых колес отличается сложностью и высокой трудоемкостью. На операции, связанные с обработкой зубьев, затрачивается до 70% трудоемкости механической обработки всего зубчатого колеса.

К числу наиболее сложных и дорогостоящих режущих инструментов нужно отнести зуборезные инструменты. При проектировании зуборезных инструментов, помимо решения общих вопросов, связанных с оформлением режущих элементов, важным моментом является правильное определение и технологическое воспроизводство их режущих кромок. Последнее по существу обуславливает точность получения профиля изделия, а это является основным в технологии изготовления любого изделия. Вот почему проектированию и расчету зуборезных инструментов уделено большое внимание.

В работе [2] основные положения расчета долбяков для колес внутреннего зацепления те же, что и расчета долбяков для колес внешнего зацеп-

ления. Специфика заключается лишь в определении числа зубьев долбяка и в необходимости дополнительной проверки найденной конструкции долбяка на отсутствие срезания профиля зубьев долбяка в зоне, расположенной вне линии зацепления, которое может произойти при определенных условиях.

Рассмотрим сначала схему проектного расчета долбяков для колес внутреннего зацепления в общем виде.

Определение оптимальной высоты долбяка для колес внутреннего зацепления заключается по существу в определении допустимых величин положительного и отрицательного исходных расстояний. Исходные расстояния для этого типа долбяков лимитируются: положительное исходное расстояние — опасностью неполной обработки активной части профиля зуба колеса и заострением зубьев долбяка, а отрицательное — опасностью среза вершины зуба колеса незвольвентной частью зуба долбяка (если долбяк имеет малое число зубьев, меньше 29).

На рисунке 1 изображено внутреннее зацепление двух колес; активный участок профиля зуба колеса может быть characterized радиусом кривизны профиля в точке B начала его активной части:

$$\rho_1 = A_{1,2} \sin \alpha_{1,2} + \sqrt{R_{e1}^2 - r_{o1}^2} \quad (1)$$

Наружный диаметр долбяка для получения заданной высоты зубьев колеса (рисунок 2)

$$D_{eu} = d_{i1} - 2A_{1,u} \quad (2)$$

С другой стороны, наружный диаметр долбяка для обработки активной (рабочей) части профиля зуба колеса

$$D_{eu} = \sqrt{d_{ou}^2 + (2\rho_u)^2} \quad (3)$$

В свою очередь,

$$\rho_u = \rho_1 - A_{1,u} \sin \alpha_{1,u} \quad (4)$$

$$2A_{1,u} = \frac{d_{o1} - d_{ou}}{\cos \alpha_{1,u}} \quad (5)$$

(5) можно получить формулу для станочного угла зацепления, характеризующего наибольшее положительное исходное расстояние по условию полной обработки рабочей части профиля зуба колеса:

$$\cos \alpha_{1,u} = \frac{2(d_{o1} - d_{ou})(d_{i1} - 2\rho_1 \sin \alpha_o)}{d_{i1}^2 + (d_{o1} - d_{ou})^2 - d_{ou}^2 - 4\rho_1^2}$$

Путем совместного решения уравнений (2) и (3) с учетом формул (4) и

По этому углу находим соответствующее положительное исходное расстояние:

$$a = \frac{(\operatorname{inv} \alpha_o - \operatorname{inv} \alpha_{1,u})(d_{o1} - d_{ou})}{2 \operatorname{tg} \delta_{\text{бок}}} \quad (6)$$

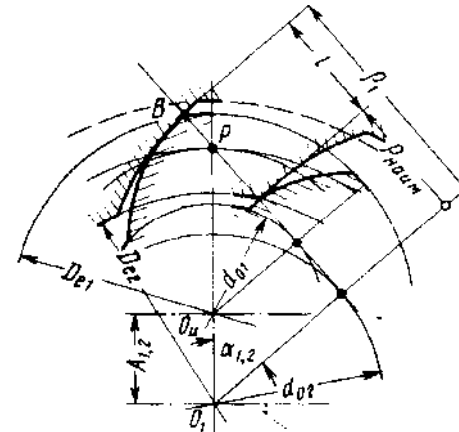


Рисунок 1. Внутреннее зацепление в зубчатой паре

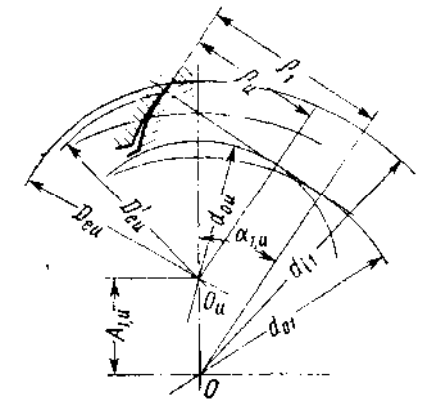


Рисунок 2. Зацепление долбяка и колеса с внутренними зубьями

Наконец, наибольшее исходное отрицательное расстояние по условию отсутствия среза или, наоборот, неполной обработки вершины зубьев колеса может быть characterized углом:

$$\operatorname{tg} \alpha'_c = \frac{\sqrt{R_{e1}^2 - r_{o1}^2} - \rho_u}{r_{o1} - r_{ou}} \quad (7)$$

где ρ_u — наименьший радиус кривизны профиля зуба долбяка, а соответствующее отрицательное исходное расстояние

$$\alpha'_c = \frac{(\operatorname{inv} \alpha_o - \operatorname{inv} \alpha'_c)(d_o - d_{ou})}{2 \operatorname{tg} \delta_{\text{бок}}} \quad (8)$$

Все, касающееся определения высоты долбяка, предназначенного для колес внешнего зацепления, полностью применимо и к долбяку для колес внутреннего зацепления. Эти правила следующие: если алгебраическая сумма исходных расстояний (величина стачивания долбяка) меньше или равна B'_p — рабочей высоте долбяка, определяемой технологичностью конструкции долбяка, если сумма $(|a_u| + |a_c|)$ больше, чем B'_p , то в этом случае могут быть три варианта решения:

- симметричное расположение исходного сечения долбяка;
- полное использование положительного исходного смещения и частично отрицательного (для долбяков малых чисел зубьев z_u);

в) полное использование отрицательного смещения и частично положительного (для долбяков, работающих под шеввер, мелко модульных долбяков).

К специфическим особенностям основных конструктивных элементов долбяка для колес внутреннего зацепления следует отнести выбор числа зубьев долбяка, которое, прежде всего, должно быть меньше числа зубьев колеса. При определении числа зубьев этого долбяка, помимо факторов, влияющих на выбор числа зубьев долбяка, предназначенного для колес внешнего зацепления, необходимо дополнительно учитывать возможность среза вершины зубьев при врезании долбяка.

Список литературы

1. Дерли А.Н. Повышение эффективности зубодобления.: монография / А.Н. Дерли, А.С. Тарапанов, Г.А. Харламов. – Орел: ОрелГТУ, 2008. – 152с.
2. Тарапанов А.С., Харламов Г.А. Управление процессом зубодобления. – М.: Машиностроение, 1999, 128 с. ил.
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.: ил.

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРАФОВ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Кострова Вера Николаевна, профессор

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Воронежский государственный технический университет,

г.Воронеж, Россия

В статье рассматриваются возможности применения графов для моделирования технологических сетей.

Ключевые слова: граф, структура, технологическая сеть.

Одной из наиболее серьезных проблем, возникающих в процессе внедрения информационных технологий на современных предприятиях, является построение имитационной модели бизнес-процессов, адекватно отражающей деятельность предприятия [1]. Имитационная модель бизнес-процессов в дальнейшем используется для уточнения характера деятельности тех или иных подразделений предприятия, а также для проектирования, реализации и внедрения информационного и программного обеспечения [2].

Для имитационной модели бизнес-процесса достаточно остро стоит вопрос соответствия ее процессам, происходящим в реальности [3, 4], т.к. информация, на основе которой строится модель, часто бывает неполной, а также подвержена различного рода искажениям. Выявление истинной структуры бизнес-процесса, при этом, возможно путем создания множества возможных для данного бизнес-процесса, моделей организации с последующим их исследованием на предмет соответствия характеристик, полученных в ходе моделирования, реальным статистическим данным. В рам-

ках этого процесса одной из актуальных задач является задача генерации различных вариантов одного и того же бизнес-процесса.

Схему бизнес-процесса можно представить в виде двух ортогональных друг другу компонентов – технологической сети и графа организационной структуры (рис. 1). Связи между элементами технологической сети обусловлены требованиями технологического процесса, следовательно, могут считаться неизменными для различных вариантов одного и того же процесса.

Организационная структура, напротив, может претерпевать серьезные трансформации. Разработанный алгоритм описывает влияние организационной структуры на технологическую сеть [5, 6], и, таким образом, позволяет получить полную модель бизнес-процесса в терминах систем массового обслуживания [7, 8]. Наличие управляющих связей и обработчиков управленческих заявок (менеджеров) может влиять на систему в целом следующим образом:

1) Вносить постоянную задержку для каждого подчиненного обработчика. Так моделируется процесс принятия управленческого решения.

На рис. 1 приведен результат такого преобразования.

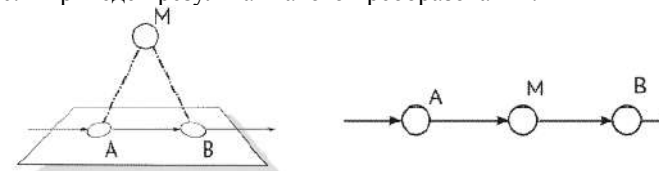


Рис. 1. Простейшая модель менеджера в терминах СМО

2) Вносить постоянную задержку с некоторой вероятностью.

На практике не все действия подчиненных должны в обязательном порядке контролироваться руководством [9]. Подобные ситуации могут возникать либо при получении задания, резко отличающегося от стандартного, либо в рамках плановой проверки. В таком случае выходной поток от управляемого менеджером исполнителя А раздваивается. С вероятностью он пойдет через менеджера (и там задержится), а с вероятностью 1- пойдет напрямую к следующему обработчику В. Это изображено на рис. 2.



Рис. 2. Стохастическая модель менеджера, учитывающая самостоятельность решения сотрудниками некоторых задач

3) Внесение задержки не только непосредственным руководителем, но и всеми остальными руководителями, которым он подчиняется.

Здесь, аналогично предыдущему случаю, поток M1-B расщепляется на два — M1M2 и M1B.

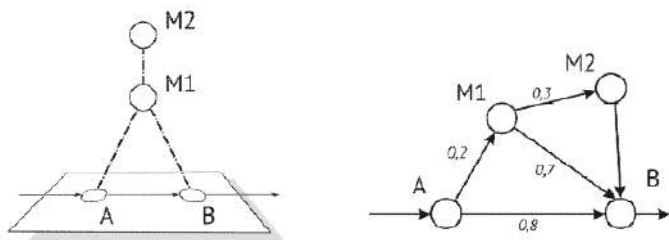


Рис. 3. Модель менеджера с возможностью делегации заявок

Список литературы

1. Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Применение статистических методов при управлении предприятием // Наука Красноярья. 2017. Т. 6. № 1-2. С. 273-278.
2. Кизим А.В., Матохина А.В., Кравец А.Г., Мединцева И.П. Программный комплекс поддержки модернизации технических систем // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 311-324.
3. Зяблов Е.Л., Преображенский Ю.П. Разработка лингвистических средств интеллектуальной поддержки на основе имитационно-семантического моделирования // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2009. № 5. С. 024-026.
4. Преображенский Ю.П. Оценка эффективности применения системы интеллектуальной поддержки принятия решений // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2009. № 5. С. 116-119.
5. Зяблов Е.Л., Преображенский Ю.П. Построение объектно-семантической модели системы управления // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 029-030.
6. Русанов П.И., Юрочкин А.Г. Проблемы сетевого моделирования // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 64-66.
7. Преображенский А.П. Анализ методов кодирования разных видов информации // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 74-77.
8. Львович Я.Е., Питолин А.В., Сорокин С.О. Оптимизация проектирования многоаспектной цифровой среды системы однородных объектов на основе процедур декомпозиции и агрегации // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 186-195.
9. Даценко Н.В., Горбатенко С.А., Горбатенко В.В. Адаптивная автоматизированная система как средство дифференциации обучения при подготовке специалистов в области информационных технологий // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 382-390.
10. Организация построения информационных систем обеспечения управления высшим учебным заведением/ Николаев В.Н., Титова Г.С.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 1. С. 245-249.
11. Оценка эффективности локальной вычислительной сети при решении главной и обеспечивающих задач/ Николаев В.Н., Рогатин С.И., Коломнец Е.А., Атакщев О.И.// Известия Юго-Западного государственного университета. 2019. Т. 23. № 2. С. 174-185.
12. Организация инфраструктуры производства базовых информационных ресурсов научно-промышленного предприятия/ Николаев В.Н., Макарыш И.В.// Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2013. № 1. С. 93-100.

13. Модель оценки надежности пропускной способности двухуровневой системы обработки геопространственной информации коллективного пользования/ Николаев В.Н.// Системы управления и информационные технологии. 2006. № 3 (25). С. 23-26.

14. Метод управления технико-экономическими ресурсами телекоммуникационной инфраструктуры геоинформационной системы предприятия/ Николаев В.Н., Мяснякина Д.В.// Телекоммуникации. 2014. № 11. С. 34-38.

15. Геоинформационные системы и информационные технологии в телекоммуникациях/ Николаев В.Н.// Телекоммуникации. 2016. № 5. С. 38-41.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ПРОЦЕССАХ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВАМИ

Кострова Вера Николаевна, профессор

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

*Воронежский государственный технический университет,
г. Воронеж, Россия*

Работа посвящена анализу особенностей применения информационно-телекоммуникационных систем.

Ключевые слова: производство, информационно-телекоммуникационная система.

Создание эффективной системы автоматизированного управления процессом документооборота в конкретной организации, требует решения задач формирования единого информационно-телекоммуникационного (ИТ) пространства с аналитической базой данных и разработки корпоративной сети с соответствующими сервисами приложений [1, 2].

Осуществление такого проекта позволяет в рамках Интегрированной автоматизированной информационно-телекоммуникационной информационной системы - объединить управляющие, информационные, интеллектуальные и финансовые ресурсы и потоки как самой организации, так и основных ее внешних партнеров, включая организации по ведомственной принадлежности. Это соответствует ведущей тенденции нынешнего развития страны - построения экономики, основанной на знании, - связанной в т.ч. и с формированием инфраструктуры информационного общества на базе достижений в области разработок современных информационных систем и телекоммуникаций как неотъемлемой части приоритетных направлений развития науки, технологий и техники, критических технологий [3, 4].

Действительно, в мировой экономике быстрыми темпами идет развитие информационно-телекоммуникационных технологий для нужд транснациональных корпораций и для удовлетворения требований высокотехнологичных отраслей, основанных на информации о современных достижениях науки и техники, о прогрессивных технологиях, о ситуации на рынках наукоемкой продукции и т.д. Важным направлением применения результатов, полученных в ИТ-сфере, является разработка интегрированных

автоматизированных систем поддержки принятия управленческих решений, которые должны, в частности, включать систему управления аналитическими базами данных, разрабатываемую на основе соответствующих информационно-коммуникационных технологий и стандартов.

Это требует новых подходов в развитии ИТ-средств, которые используются для такого типа информационно-телекоммуникационных сетей, в частности, - разработки интеллектуальных систем с необходимым программно-аналитическим обеспечением. Речь идет прежде всего о тех качественных изменениях, которые касаются технологий организации ИТ-взаимодействия между отдельными участниками совместной деятельности и которые должны позволить в рамках целостной информационно-телекоммуникационной системы обеспечить требуемый обмен информацией и, соответственно, повысить оперативность и обоснованность принимаемых решений, сократить сроки выполнения проектов, повысить эффективность работы, снизить материальные и трудовые затраты в той или иной сфере деятельности [5, 6].

Рассматривая информационно-телекоммуникационную сеть как информационно-управляющую систему, следует учитывать, что такая сеть — это не только собственно программные средства, системы, сети и устройства телекоммуникаций, различные используемые базы данных, но прежде всего люди (заказчики, исполнители, пользователи, аналитики и потребители), работающие в рамках определенных организационных структур в условиях выполнения соответствующих планов-графиков работы, а также реализующие определенные цели и использующие необходимые стимулы в процессе своей деятельности в различных организациях и их подразделениях. Весь этот функционал должен быть понятным, прозрачным и непротиворечивым образом соединен в одну ИТС.

Это подразумевает, прежде всего, согласованность в действиях основного и управленческого персонала, оперативность и обоснованность принимаемых управленческих решений на основе определенных критериев и экспертных оценок [7, 8], позволяющих в итоге построить систему оценки эффективности деятельности в количественных показателях и индикаторах, в т.ч. организационно-структурных и финансово-экономических.

Полная реализация такой программы требует комплексного подхода и не может быть обеспечена без использования корпоративной информационно-телекоммуникационной системы, объединяющей все информационные ресурсы и соответствующие базы данных, как самой организации, так и отрасли в целом в рамках соответствующей телекоммуникационной инфраструктуры, которая предоставляет персоналу необходимые сведения для выполнения текущей работы, а руководителю — затребованную информацию для анализа результатов деятельности сотрудников в реальном масштабе времени. Таким образом, подобна корпоративная информационно-телекоммуникационная система — это сложная сеть, включающая множество самых разнообразных компонент.

Список литературы

1. Преображенский Ю.П. Разработка методов формализации задач на основе семантической модели предметной области // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 075-077.
2. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П., Преображенский Ю.П., Чопоров О.Н. Исследование характеристик защищенности мобильных сенсорных сетей // В сборнике: Радиолокация, навигация, связь Сборник трудов XXV Международной научно-технической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения А.С. Попова. В 6-ти томах. 2019. С. 239-244.
3. Львович Я.Е., Преображенский А.П. Моделирование сложных компьютерных сетей на основе многоальтернативной оптимизации // В сборнике: Информатика: проблемы, методология, технологии Сборник материалов XIX международной научно-методической конференции. Под ред. Д.Н. Борисова. Воронеж, 2019. С. 1492-1496.
4. Головинов С.О., Хромых А.А. Проблемы управления системами мобильной связи // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 13-14.
5. Lvovich Ya., Preobrazhensky A., Choporov O. Modeling of scattering of electromagnetic waves on the base of multialternative optimization // Information Technology Applications. 2016. № 1. С. 117-125.
6. Чопоров О.Н., Преображенский А.П., Хромых А.А. Анализ затухания радиоволн беспроводной связи внутри зданий на основе сравнения теоретических и экспериментальных данных // Информатика и безопасность. 2013. Т. 16. № 4. С. 584-587.
7. Преображенский Ю.П. Разработка методов формализации задач на основе семантической модели предметной области // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 075-077.
8. Паневин Р.Ю., Преображенский Ю.П. Задачи оптимального управления многостадийными технологическими процессами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2010. № 6. С. 77-80.
9. Организация построения информационных систем обеспечения управления высшим учебным заведением/ Николаев В.Н., Титова Г.С.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 1. С. 245-249.
10. Оценка эффективности локальной вычислительной сети при решении главной и обеспечивающих задач/ Николаев В.Н., Рогатин С.И., Коломиец Е.А., Атакишев О.И.// Известия Юго-Западного государственного университета. 2019. Т. 23. № 2. С. 174-185.
11. Организация инфраструктуры производства базовых информационных ресурсов научно-промышленного предприятия/ Николаев В.Н., Макарыш И.В.// Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2013. № 1. С. 93-100.
12. Модель оценки надежности пропускной способности двухуровневой системы обработки геопрозрачной информации коллективного пользования/ Николаев В.Н.// Системы управления и информационные технологии. 2006. № 3 (25). С. 23-26.
13. Метод управления технико-экономическими ресурсами телекоммуникационной инфраструктуры геоинформационной системы предприятия/ Николаев В.Н., Мяснякина Д.В.// Телекоммуникации. 2014. № 11. С. 34-38.
14. Геоинформационные системы и информационные технологии в телекоммуникациях/ Николаев В.Н.// Телекоммуникации. 2016. № 5. С. 38-41.

РАЗРАБОТКА 3D-МОДЕЛИ ЭКСКЛЮЗИВНОГО ДИЗАЙНА ДИСКА КОЛЕСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАКОНОВ КОМПОЗИЦИИ ЦЫЕТО- И ФОРМООБРАЗОВАНИЯ В ПРОГРАММЕ SOLIDWORKS

Котелевская Яна Дмитриевна, студент,

Мельникова Дарья Александровна, доцент, к.т.н.,

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

В статье рассматривается процесс компьютерного художественно-производственного моделирования, с помощью использования такого ресурса проектирования, в основу которого положен модульный принцип построения, который также обеспечивает масштабируемость системы для реализации автоматизированной поддержки процессов, связанных с изготовлением изделий.

Ключевые слова: технология, проектирование, моделирование детали, создание дизайна, диск колеса.

В настоящее время мы имеем множество средств компьютерного моделирования, с помощью которых можно дойти от художественно-производственного моделирования проектируемого объекта до реального изделия.

Для разработки геометрической модели детали "Диск колеса" в работе была выбрана программа SolidWorks.

SolidWorks - является мощным ресурсом проектирования [1], в основу которого положен модульный принцип построения, обеспечивающий масштабируемость системы для реализации автоматизированной поддержки процессов, связанных с изготовлением изделий, включая проектирование деталей, технологической оснастки. Он позволяет разрабатывать как отдельные детали, так и их сборки, в трехмерном пространстве. Программа подходит для разработки изделий любой степени сложности, как в машиностроении, так и в других отраслях промышленности.

У автолюбителей не возникает сомнений в том, что если, получив в пользование фирменные диски, они обязательно смогут оценить все рабочие качества оригинальных изделий. Ведь современные колесные диски легки, прочны и надежны. Это прекрасным образом сказывается на динамике и безопасности движения.

Концепцией работы становится проектный поиск и создание нового дизайна фирменных дисков, которые бы в еще большей степени привлекали своим внешним обликом, а также дополняли дизайн любого автомобиля.

Для создания нового оригинального дизайна изделия за основу при разработке спиц диска была взята геометрия в виде буквы W. Чтобы дизайнер смог выразить свою идею, используются графические эскизы.

На этом этапе вручную, а затем, используя компьютерные программы, разрабатываются наброски и рисунки проектируемого объекта в различ-

ных ракурсах для того, чтобы можно было рассмотреть все его особенности (рис.1).



Рисунок 1. Эскизы изделия

Моделирование детали в программе [2] начинается с построения обода общей шириной 238мм и диаметром \varnothing 430мм. Для совершения этой операции используется команда *Эскиз*, который представляет собой замкнутый контур, определяющий дальнейшую форму детали. Создание эскиза начинается с выбора плоскости. Правильно созданный определенный эскиз имеет черную окраску линий. Необходимо на выбранной плоскости построить геометрию сложного профиля, опираясь на эскизы, которые предварительно вставили (рис.2).

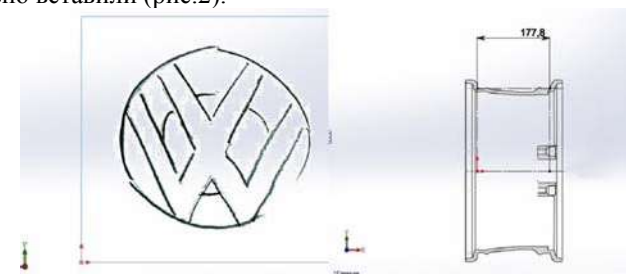


Рисунок 2. Вставка эскизов

Затем нужно образмерить эскиз и воспользоваться операцией *Повернутая бобышка/основание* (рис.3).

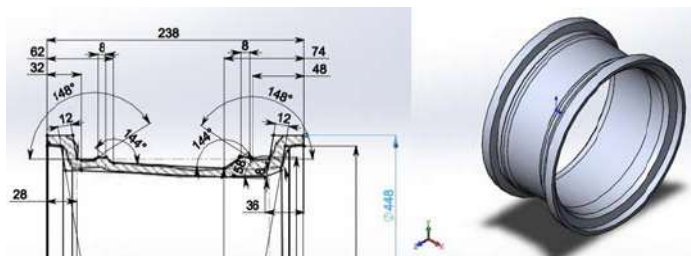


Рисунок 3. Построение обода

Далее на плоскости *Спереди* строим эскиз и поворачиваем бобышку (рис.4), размеры которой равны: ширина 48мм, внешний диаметр бобышки $\text{Ø}140$, центральное отверстие равно - $\text{Ø}57$. Таким образом, мы получили тело ступицы диска.

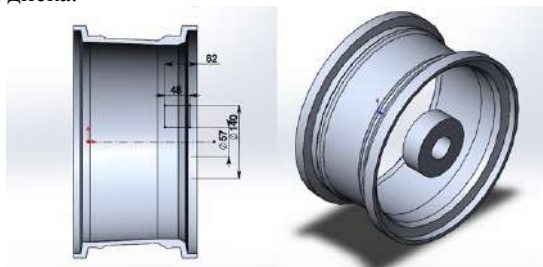


Рисунок 4. Построение тела ступицы диска

Построение спиц диска [2] колеса будет осуществляться в следующей последовательности, используя команды *Поверхностного моделирования*. Для создания рисунка диска необходимо сначала построить поверхность, которая будет служить основанием, используя команду *Слайн*, а после команду *Повернуть* (рис.5).

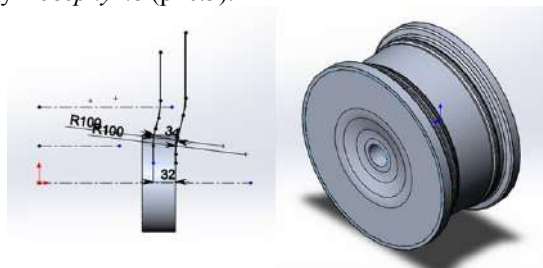


Рисунок 5. Моделирование элементов детали

Основная часть работы - это создание рисунка в виде выбранного логотипа. Опираясь на эскиз диска (рис.1), создаем рисунок (рис.6.1) на основании, которое мы построили ранее. Команда *Поверхность-вытянуть*

поможет получить новые тела поверхности (рис.6.2). А чтобы разделить основание рисунка с помощью инструментов отсечения, выбираются тела поверхности и используется команда *Разделить*. Таким образом, получается готовый рисунок (рис.6.3).

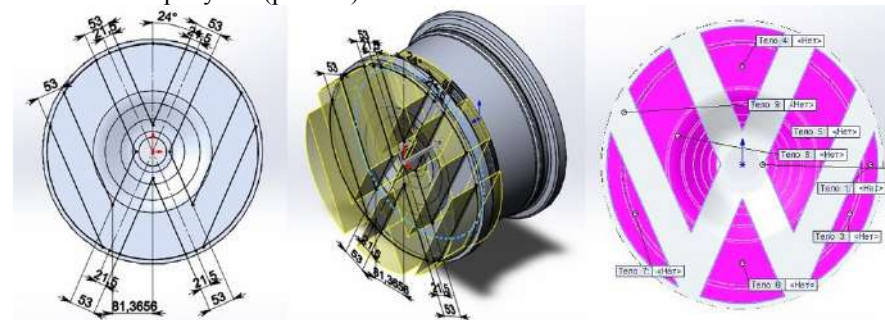


Рисунок 6. Проектирование рисунка:

1) Эскиз; 2) Создание поверхностей; 3) Готовый рисунок

На последних этапах действий для придания визуального объема рисунка, необходимо воспользоваться такими командами, как *Уклон*, на внутренних частях спиц величина уклона равна 13° , (рис.7).

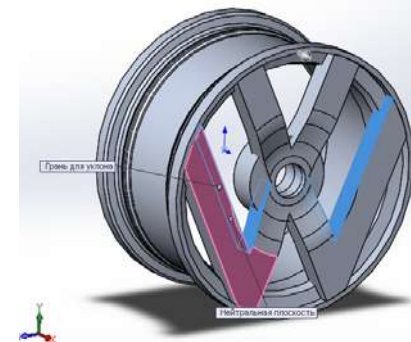


Рисунок 7. Уклон

Также для придания завершенного вида диска колеса, с помощью команды *Фаска*, и команды *Скругление*, задаем величину радиуса на основных элементах рисунка равна 2мм, а на ободе величина скруглений равна 5мм (рис.8).



Рисунок 8. Моделирование детали

А также необходимо сделать отверстие для автониппеля (рис.9).



Рисунок 9. Моделирование элементов детали

Перейдя в режим сборки, также необходимо создать элементы сборки (рис.10) - это отверстия для крепления крышки к диску (рис.10.3), которая скроет центральное отверстие для крепления и отверстия под болты.

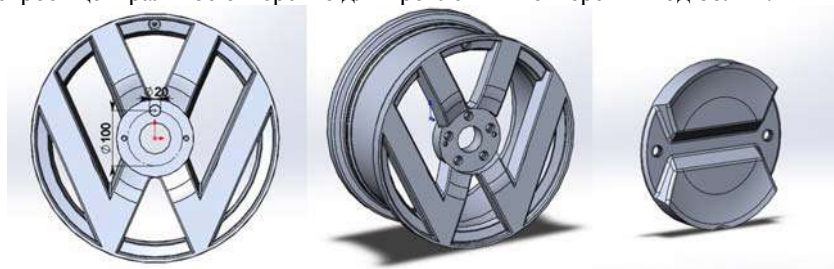


Рисунок 10. Моделирование элементов детали:
1) Создание эскиза; 2) Диск без крышки; 3) Крышка

Нашей целью является проектирование колесного диска, в котором его форма будет соответствовать назначению [3], будет функциональной, экономичной, удобной и при этом еще и необычно красивой.

Особенность дизайна заключается в том, что изделие рассматривается не только с точки зрения пользы и красоты, но и с точки зрения функциональности, то есть с учетом того, как предмет будет транспортироваться, как упаковываться, какого требовать ухода и т.д. Комплексный подход к проектированию художественного изделия - смысл дизайна. Так как дизайн, в большей степени, имеет дело с предметами, выпускаемыми про-

мышленностью массовыми тиражами, то они должны удовлетворять вкусам множества людей.

Функция *Визуализация* в используемой программе для построения 3D модели художественного изделия, позволяет сформировать идеальную модель изделия "Диск колеса", созданную с учетом композиционных законов (рис.11).



Рисунок 11. Модель изделия "Диск колеса"

Дизайн разрабатывается с помощью подбора цветов и различных их сочетаний. Таким образом создаются многочисленные вариации оформления изделия (рис.12). Для этого используется операция *PhotoView 360*, где визуально можно посмотреть, как будет выглядеть будущее изделие в разных цветовых решениях.



Рисунок 12. Модели изделия "Диск колеса"

Таким образом, можно разработать множество вариантов цветовых решений.

В заключении, хочется отметить, что комплексный системный подход к проектированию каждого изделия - смысл дизайна. Так как дизайн имеет

дело с предметами, выпускаемыми промышленностью массовыми тиражами, то они должны удовлетворять вкусам многих людей. Объекты дизайна отображают собой уровень технического прогресса.

Список литературы

1. Руководство для учащихся по изучению программного обеспечения SolidWorks. //www.solidworks.com
2. Н.В. Лысенко, Н.В. Носов, "Проектирование технологических процессов в машиностроении" / -Самара 2008г. -91 с.
3. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. М.: Машиностроение, 2005. - 736 с

ПОСТРОЕНИЕ ЭМПИРИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ ТВЕРДОСТИ СТАЛИ 40Х ОТ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЗОНЕ ЕЁ КРАСНОСТОЙКОСТИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРОТЯГИВАНИЯ

Кочергин Виталий Сергеевич,

главный технолог, АО «Геомаш», г. Щигры, Россия, аспирант,
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
(e-mail: koshergin@mail.ru)

Куц Вадим Васильевич, д.т.н., профессор
(e-mail: kuc-vadim@yandex.ru)

Разумов Михаил Сергеевич, к.т.н., доцент
(e-mail: mika_1984_@mail.ru)

Зубков Дмитрий Андреевич, студент,
Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия
(e-mail: mika_1984_@mail.ru)

В данной статье рассматривается построение эмпирической зависимости твердости стали 40х от изменения температуры в зоне её красностойкости для повышения производительности протягивания, и приводятся предпосылки учета данного параметра при назначении режимов резания данной стали.

Ключевые слова: Красностойкость, температура, протягивание, сталь 40Х.

В работах [1] приводится общая температурная зависимость для процесса протягивания

$$t^{\circ} = \frac{9,6 v^{0,39} S_z^{0,2} HB^{0,62} T^{0,11}}{\gamma^{0,08} \alpha^{0,05}}, \quad (1)$$

где v – скорость протягивания, м/мин.; t – температура в зоне резания, HB – твердость материала протягиваемой поверхности; T – стойкость или наработка на отказ в метрах протянутой поверхности рабочей частью протяжки; γ – величина переднего угла, град.; α – величина заднего угла, град.

При этом величина HB входящая в зависимость (1), предполагается не зависящей от температуры в зоне резания, что на наш взгляд является не обоснованным. Для учета этого было выполнено исследование изменение твердости стали 40Х от температуры, которая применяется для широкого диапазона деталей таких как: оси, валы, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца полуоси, и втулки и другие детали повышенной прочности. При эксперименте исследуемые образцы нагревались в муфельной печи до температур в диапазоне от 20 до 400 °С с шагом в 50 °С. Для каждой температурной точки бралось по три образца, а затем высчитывалось среднее значение. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Температура С°	20	50	100	150	200	250	300	350	400
Твердость (НВ)	226	217	214	208	205	203	198	196	192

По результатам исследования была получена эмпирическая зависимость $HB=225,7-0,126t+0,00011t^2$.

Результаты расчетов доказали её адекватность, а также был построен график зависимости твердости от температуры представленный на рис. 1.

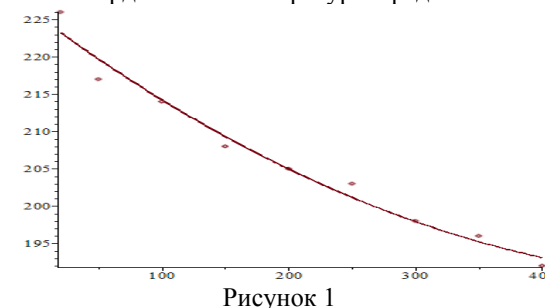


Рисунок 1

Из графика видно, что с увеличением температуры до 400°С твердость стали 40Х снижается на 15%. Таким образом, можно предположить, что если подобрать режимы резания такими чтобы температура в зоне резания была на уровне 300°С, при которой на большинстве инструментальных сталях не наблюдается снижения твердости, то можно повысить производительность механической обработки за счет увеличения величина подъема на зуб >0,2 мм/зуб.

Работа выполнена в рамках финансирования Стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам, осуществляющим перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики, на 2018-2020 годы СП-591.2018.1

Список литературы

1. Маргулис, Д. К. Протяжки переменного резания. - М.: Машгиз, 1962. -270 с.

УДК 621.9

РАЗВИТИЕ САМОПРИСОСАБЛИВАЮЩИХСЯ СИСТЕМ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Кошелев Е.В., Божко В.П., Берг И.Д.

Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, Россия

В статье показано, что повышение эффективности станков с ЧПУ ограничивается наличием «жесткой» управляющей программы, устанавливающей заданные режимы обработки. В «жесткой» системе не учитываются изменяющиеся особенности обработки конкретной детали. Поэтому оснащение станков с ЧПУ самоприспосабливающимися системами управления позволяет значительно расширить их технологические возможности. Управление параметрами процесса при механической обработке материалов с использованием эффекта самоприспосабливания может осуществить выбор наиболее производительного метода, сохраняя работоспособность технологической системы при непредвиденных изменениях ее параметров, целей управления или окружающей среды путем целенаправленной смены алгоритм функционирования.

Ключевые слова: самоприспосабливающиеся системы, механическая обработка деталей.

Развитие промышленности в последнее время характеризуется разнообразием используемых конструкционных материалов и частой сменой номенклатуры выпускаемых деталей, к которым предъявляются жесткие требования по качеству функциональных поверхностей. Изменение жесткости станка, износ инструмента, разброс припуска и твердости заготовок приводят к рассеянию параметров качества обработанных поверхностей.

Одним из перспективных путей обеспечения требуемых параметров качества обработанных поверхностей является самоприспосабливающиеся технологические системы.

В современном машиностроении, актуальными становятся вопросы эффективного использования технологического оборудования с ЧПУ. Повышение эффективности станков с ЧПУ ограничивается наличием «жесткой» управляющей программы, устанавливающей заданные режимы обработки. В «жесткой» системе не учитываются изменяющиеся особенности обработки конкретной детали. Поэтому оснащение станков с ЧПУ самоприспосабливающимися системами управления позволяет значительно расширить их технологические возможности.

Для функционирования параметрами качества поверхностного слоя необходимо иметь математическую модель, связывающую выходные параметры, управляемого процесса с его входными. В настоящее время существуют теоретические и эмпирические зависимости, которые позволяют прогнозировать значения параметров качества обработанной поверхности.

Таким образом, имеется теоретическая база в обеспечении заданных параметров качества поверхностей, которая далеко не всегда охватывают множество зависимостей между имеющейся начальной информацией (геометрия, инструмента, материал инструмента и заготовки, характеристики оборудования и т.д.) и процесс с требуемым качеством обработанной поверхности. При наличии отмеченной неопределенности наиболее эффективным подходом к ее устранению является обучение или самообучение системы посредством использования накапливаемой информации.

Адаптивные системы возникли в связи с необходимостью решения широкого класса прикладных задач, для которых неприемлемы традиционные методы, требующие знания адекватной математической модели объекта. Под адаптивной системой (от латинского *adaptatio* – приспособление) понимается система автоматического управления, которая сохраняет работоспособность при непредвиденных изменениях свойств управляемого объекта, целей управления или окружающей среды путем смены алгоритм функционирования или поиска оптимальных состояний [1].

В связи с этим уже на начальном этапе развития теории автоматического управления представлялся весьма эффективным путь построения управляющихся систем, не требующих полной априорной информации об объекте и условиях его функционирования.

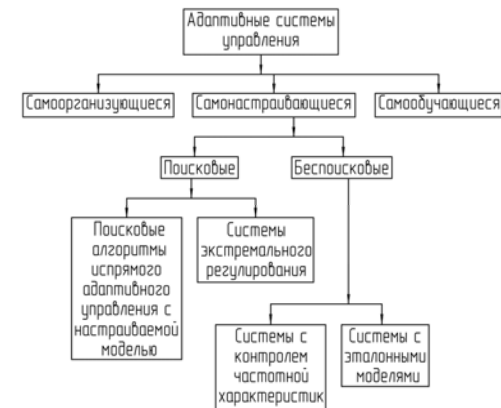


Рисунок 1 - Классификация адаптивных систем управления

Эффект приспособления к условиям функционирования в адаптивных системах обеспечивается за счет накопления и обработки информации о поведении объекта в процессе его функционирования, что позволяет существенно снизить влияние неопределенности на качество управления, компенсируя недостаток априорной информации на этапе проектирования систем [2].

Система управления называется адаптивной, если в ней текущая информация, помимо выработки управляющего воздействия, используется также

для изменения алгоритма управления. В обычных системах управления текущая информация используется только для формирования управляющего воздействия. Адаптивные системы делятся на три класса (рисунок 1):

- самоорганизующаяся система – когда изменяется структура;
- самонастраивающаяся система – когда структура алгоритма не изменяется, а изменяется только параметры;
- самообучающаяся система – когда изменяется алгоритм.

В самоорганизующихся системах в процессе функционирования происходит формирования алгоритма управления его структуры и параметров, позволяющего оптимизировать систему с точки зрения поставленной цели управления. Такого рода задача возникает, например, в условиях изменения структуры и параметров объекта управления в зависимости от режима функционирования, когда априорной информации недостаточно для определения текущего режима. При широком классе возможных структур объекта трудно надеяться на выбор единственной структуры алгоритма управления, способной обеспечить замкнутой системе достижения цели управления во всех режимах функционирования.

Самонастраивающаяся система автоматического управления, в которой приспособление к случайно изменяющимся условиям обеспечивается автоматическим изменением параметров настройки или путём автоматического поиска оптимальной настройки. В любой не самонастраивающейся автоматической системе управления имеются параметры, которые влияют на устойчивость и качество процессов управления и могут быть изменены при регулировке (настройке) системы.

Если эти параметры остаются неизменными, а условия функционирования (характеристики управляемого объекта, возмущающие воздействия) существенно изменяются, то процесс управления может ухудшиться или даже стать неустойчивым. Ручная настройка системы часто оказывается обременительной, а иногда и невозможной. Использование в таких случаях самонастраивающихся систем технически и экономически целесообразно и даже может оказаться единственным способом надёжного управления.

Беспоисковые системы основаны на попытке использовать положительные свойства принципа обратной связи: в отличие от поисковых систем, в них не отыскивается, а априорно задается показатель, который хотелось бы иметь неизменным или изменяющимся желаемым предсказуемым образом на счет целенаправленного изменения параметров или структуры регулятора в случае непредсказуемого изменения математической модели объекта и внешних воздействий. В качестве таких показателей должны выступать характеристики системы управления, определяющие ее функциональную работоспособность. Таким показателем может быть один существенный показатель. Например, частотная характеристика замкнутой системы или цельное множество одновременно наблюдаемых показателей; инвариантность по отношению к определенному возмущению, автономность или,

наоборот, заданная степень взаимосвязи отдельных каналов многосвязной системы, операторная определенность.

Управление параметрами процесса при механической обработке материалов с использованием эффекта самоприспособливания может осуществить выбор наиболее производительного метода, сохраняя работоспособность технологической системы при непредвиденных изменениях ее параметров, целей управления или окружающей среды путём целенаправленной смены алгоритм функционирования. Развитой способностью к адаптации обладают большинство систем автоматического управления, у которых предусмотрена возможность приспособливаться (в определенных пределах) к изменяющимся условиям функционирования.

Самоприспособливающиеся процессы воздействуют на технологическую, как правило нелинейную систему, порождая область бифуркации, в которой дальнейшее развитие определяется любым случайным воздействием.

Параметры технологических систем изменяются в соответствии с принципами синергетики. Развитие каждого параметра или группы параметров происходит в своем обособленном канале эволюции, называемом аттрактором. Если в одном аттракторе развивается свойство, определяющее соответствующий показатель качества изготавливаемого изделия, то в другом аттракторе развиваются другие свойства.

Список литературы

1. Божко, В.П. Проблемы самоприспособляющихся технологических систем / В.П. Божко, А.С. Тарапанов // Сборник: III региональной научно-практической конференции им. А.Г. Шипунова – Орел.: ОГУ имени И.С. Тургенева 2016 г., С. 23-26.
2. Божко, В.П. Самообучающиеся технологические системы на основе нейросетей / В.П. Божко, А.С. Тарапанов // Сборник: IV региональной научно-практической конференции им. А.Г. Шипунова – Орел.: ОГУ имени И.С. Тургенева 2017 г., С. 43-47.

УДК 656.13.072

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДЯЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ФРЕЗЫ С КОНСТРУКТИВНОЙ ПОДАЧЕЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЛОПАТКИ ТУРБИНЫ

Куц Вадим Васильевич, д.т.н., профессор

Мальнева Юлия Андреевна, к.т.н., доцент

Лыкова Лилия Николаевна, магистр

Юго-Западный государственный университет

В статье показаны результаты моделирования производящей поверхности фрезы с конструктивной подачей для обработки лопатки турбины

Ключевые слова: лопатка турбины, перо лопатки турбины, математическое моделирование, огибающая, формообразование, фасонная фреза.

Лопаточные механизмы могут применяться в механизмах и машинах различных областей. Наиболее частое применение нашли в турбонасосных агрегатах турбин и компрессорах.

Качеством лопаток турбины оценивается общая эффективность агрегата, в которую входит способность работы механизма при высокой температуре.

Обработка таких поверхностей, как перо лопатки турбины, осложнена, так как существующие методы резания требуют несколько проходов инструмента, в связи с этим обладают рядом погрешностей: неточность генерируемой поверхности, погрешность установки инструмента относительно заготовки, погрешность размерной наладки станка. Поэтому возникают сложности при проектировании инструмента, обрабатывающего данную поверхность.

Успешный процесс резания осевым инструментом зависит от геометрических параметров режущих кромок, числа зубьев, обеспечения кривизны режущей кромки, режимов резания.

В условиях общемировой практики повышения качества изготавливаемых изделий рационально создание новых методов обработки, проектирования оборудования и инструментов, позволяющих сократить количество погрешностей и увеличить производительность.

Одним из методов проектирования можно считать математическое представление процесса формообразования с использованием системы компьютерной алгебры продукта Maple.

Моделирование процессов формообразования подобным образом появилось сравнительно недавно, т.к. тесно связано с наличием программных продуктов способных решать подобные задачи и возможностью их использования посредством применения соответствующего оборудования.

Создаём матрицы преобразования систем координат по формуле

$$A_0(a, b, \varphi, h, \varphi') = A^1(a) \cdot A^2(b) \cdot A^6(\pi) \cdot A^6(\varphi) \cdot A^2(h) \cdot A^6(\varphi'). \quad (1)$$

Используя их, создаём матрицы формообразующей системы, описывающей перемещение начала системы координат заготовки относительно самой заготовки (A_{01}), описывающей перемещение системы координат инструмента относительно начала системы координат заготовки (A_{02}), и в итоге описывающие перемещение системы координат инструмента относительно заготовки (A_0).

$$A_{01}(\varphi, \varphi') = A_1(33) \cdot A_2(-80) \cdot A_6(\pi) \cdot A_6(\varphi); \quad (2)$$

$$A_{02} = A_2(-51) \cdot A_6(\varphi'). \quad (3)$$

Для обработки внутренней поверхности:

$$A_0 = A_1(33) \cdot A_2(-80) \cdot A_6(\pi) \cdot A_6(\varphi) \cdot A_2(-51) \cdot A_6(\varphi'). \quad (4)$$

Для обработки наружной поверхности:

$$A_0 = A_1(33) \cdot A_2(-80) \cdot A_6(\pi) \cdot A_6(\varphi) \cdot A_2(-130) \cdot A_6(\varphi'). \quad (5)$$

Центром вращения заготовки приняты координаты по X – середина ширины лопатки, т.е. 33, а по Y – координата 80 (принята условно). Обработка внутренней поверхности осложнена из-за радиуса кривизны, в связи с этим габаритные радиальные размеры инструмента находятся в очень маленьком диапазоне. Поэтому некоторые величины не назначались, а рассчитывались методом подбора. Также назначаем для обработки внутренней поверхности попутное фрезерование, а для обработки наружной поверхности – встречное. Межосевое расстояние определяет радиальные размеры инструмента, условно принимаем 51 для обработки внутренней поверхности и 130 для обработки наружной поверхности. Знаки «-» и «+» в данном случае обозначают направление движения. Для обозначения частот и скоростей вращения заготовки и фрезы относительно друг друга вводим передаточное отношение

$$\varphi = C \cdot \varphi', \quad (6)$$

В исследуемых случаях: для обработки внутренней и наружной поверхности $\varphi = -0.14 \cdot \varphi'$. Данное передаточное отношение позволяет наложить связь: $A_{01}(\varphi, \varphi') = A_{01}(\varphi')$;

Затем задаём уравнение сечения поверхности фрезы в системе координат инструмента по формулам

$$\bar{r}_f(\varphi, \varphi', x, z) = A_0^{-1}(\varphi, \varphi') \cdot \bar{r}_0(x, z),$$

$$r_{ff1} = r_f(\varphi'(|B| = 0));$$

и описываем радиус-вектор произвольной точки производящей поверхности:

$$r_{ffj} = A_0^{-1}(\varphi') \cdot r_0(x, z)|_{z=30};$$

B – матрица производных семейства поверхностей, накладывающая связь между x и φ' :

$$B = \begin{vmatrix} \frac{\partial x_f}{\partial x} & \frac{\partial y_f}{\partial x} \\ \frac{\partial x_f}{\partial \varphi'} & \frac{\partial y_f}{\partial \varphi'} \end{vmatrix} = 0 \rightarrow \varphi'(x);$$

Далее вычисляем максимальный и минимальный углы поворота детали в радианах:

$$\varphi'_{min} = \varphi'(0), \quad (7)$$

$$\varphi'_{max} = \varphi'(66), \quad (8)$$

Для первого сечения:

$$\varphi'_{min} = -2.84 \text{ рад}; \varphi'_{max} = 2.84 \text{ рад.}$$

Повторяем пункты 2 и 3 для остальных сечений. Получаем максимальные и минимальные углы поворота для 2-го сечения:

$$\varphi'_{min} = -2.29 \text{ рад}; \varphi'_{max} = 2.019 \text{ рад.}$$

И для третьего:

$$\varphi'_{min} = -2.53 \text{ рад}; \varphi'_{max} = 1.66 \text{ рад.}$$

Для обработки наружной поверхности:

Для всех сечений:

$$\varphi'_{min} = -2.62 \text{ рад}; \varphi'_{max} = 2.81 \text{ рад.}$$

Отображаем сечения полученной инструментальной поверхности:

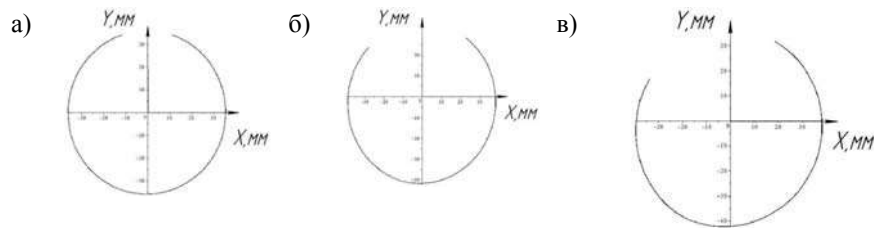


Рис.1. Сечения инструментальной поверхности фрезы для обработки внутренней поверхности на длине: а) 30 мм; б) 180 мм; в) 330 мм.

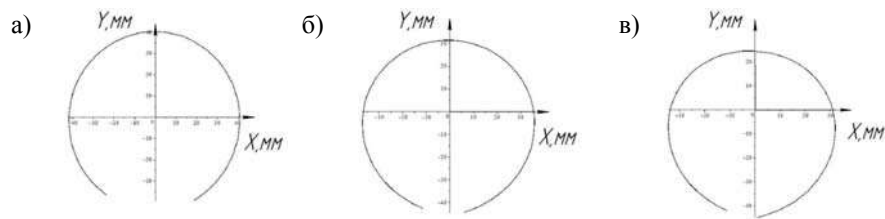


Рис.2. Сечения инструментальной поверхности фрезы для обработки наружной поверхности на длине: а) 30 мм; б) 180 мм; в) 330 мм.

Как видно из полученных изображений, сечения различны по форме и размерам.

Далее так же, как и в случае с поверхностью детали, создаём массив из условных « y » и записываем формулу кривой Лагранжа (9-10) проходящей через все сечения инструмента.

$$\bar{r}_f(x, i) = \sum_{i=1}^n L_i(i, z) \bar{r}_{fi}(u, x), \quad (9)$$

де L_i – коэффициенты Лагранжа при $t_i = j$:

$$L_i(i, z) = \frac{\prod_{j=0, j \neq i}^n (z - j)}{\prod_{j=0, j \neq i}^n (i - j)} \quad (10)$$

Получаем уравнение поверхности инструмента, заданное предыдущими выражениями.

$$R_f = \{r_{fj1}(x); r_{fj2}(x); r_{fj3}(x)\};$$

$$L_i(i, z) = \frac{\prod_{j=0, j \neq i}^3 (z - j)}{\prod_{j=0, j \neq i}^3 (i - j)},$$

$$\bar{r}_{rf}(x, i) = \sum_{i=1}^3 L_i(i, z) \bar{r}_f(x, z)$$

Для удобства дальнейшего расчёта назначаем сечениям порядковые номера, выраженные через z , и описываем функцию линии через сечения сплайном 2-й степени.

Создаём базу значений координат поверхности инструмента и отображаем полученную поверхность.

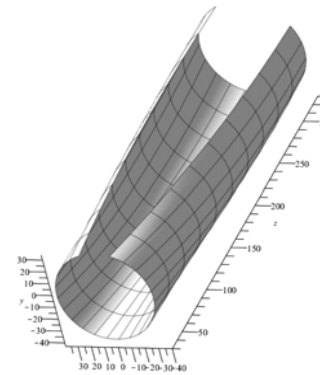


Рис.3. Инструментальная поверхность фрезы, обрабатывающей внутреннюю поверхность лопатки

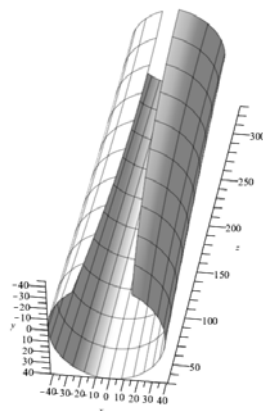


Рис.4. Инструментальная поверхность фрезы, обрабатывающей наружную поверхность лопатки

Полученная инструментальная поверхность обладает формой, длина которой составляет 330 мм, но которую нельзя описать диаметральными размерами.

Работа выполнена при поддержке стипендии Президента Российской Федерации на 2019-2021 годы. Номер проекта - СП-2950.2019.1.

Список литературы

1. Валиев А.И. Сравнительный анализ изготовления лопаток компрессора газотурбинного двигателя // *Фундаментальные исследования*. – 2017. – № 5. – С. 36-41.
2. Ануриев В.Н. Справочник конструктора машиностроителя. Изд. 4-е, Книга 1. М., «Машиностроение», стр. 1-416.
3. Емельянов, С.Г. Разработка теории, методов и средств формирования поверхностей сборными металлорежущими инструментами на основе системного моделирования процесса их проектирования [Текст] / С.Г. Емельянов. Дис. ...д.т.н. Москва. 2001г. – 407с.; 4. Куц, В.В.
4. Синтез производящих поверхностей фрез-протяжек для обработки валов с равноосным контуром [Текст] / В.В. Куц, А.Г. Ивахненко, М.Л. Сторублев // *Известия Тульского государственного университета*. 2012, Вып.8 – С.42-48.
5. Кузьменко А.П., Моделирование режущих кромок дисковой фрезы с переменным радиусом предназначенной для обработки РК-профильных валов [Текст] / А.П. Кузьменко, В.В. Куц, Ю. А. Максименко // *Известия Юго-Западного государственного университета*. 2012, №1(40), ч.1. – С.116 -120.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМЫ ТИТАНОВЫХ ПОРОШКОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ СВАРКИ И НАПЛАВКИ*

*Латыпов Рашид Абдулхакович, д.т.н., профессор
Московский политехнический университет, г. Москва, Россия
E-mail: latipov46@mail.ru*

*Агеев Евгений Викторович, д.т.н., профессор
Новиков Евгений Петрович, аспирант
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия*

**Исследование выполнено при поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-38-50065.*

Представлены результаты исследования формы частиц электроэрозионных титановых порошков.

Ключевые слова: отходы титановых сплавов, электроэрозионное диспергирование, порошок, форма частиц.

Во многих случаях свойства электроискровых покрытий деталей машин зависят от состава, структуры и свойств электродного материала. С практической точки зрения, наибольший интерес представляют электроды с наноразмерными частицами. Выполненный анализ опубликованных научно-исследовательских работ показал, что наиболее перспективным методом получения наноразмерных материалов практически из любого токопроводящего материала, в том числе и отходов титана, является метод электроэрозионного диспергирования (ЭЭД), отличающийся экологической чистотой процесса, относительно невысокими энергетическими затратами и компактностью технологического оборудования [1-11].

Для разработки технологии получения электродов для сварки и наплавки из порошков, полученных из отходов титановых сплавов электроэрозионным диспергированием, и оценки эффективности их использования требуется проведение комплексных теоретических и экспериментальных исследований.

Целью настоящей работы являлось исследование формы титановых порошков, получаемых электроэрозионным диспергированием отходов.

При решении поставленных задач использовали современные методы испытаний и исследований, в том числе с помощью энергодисперсионного анализатора рентгеновского излучения фирмы EDAX, встроенного в растровый электронный микроскоп «QUANTA 200 3D», были получены спектры характеристического рентгеновского излучения в различных точках на поверхности образца и по поперечному шлифу. Поверхность образцов шлифовали и полировали. Шлифование производили металлографической бумагой с крупным (№№ 60-70) и мелким зерном (№№ 220-240). В процессе шлифования образец периодически поворачивали на 90°. Смывали частицы абразива водой и подвергали полированию

на круге суспензиями из оксидов металла (Fe_3O_4 , Cr_2O_3 , Al_2O_3). После достижения зеркального блеска, поверхность шлифа промывали водой, спиртом и просушивали фильтровальной бумагой.

На рисунке 1 представлен снимок титанового порошка, полученного в спирте при следующих электрических параметрах: емкость разрядных конденсаторов 65 мкФ; напряжение 150 В; частота импульсов 250 Гц.

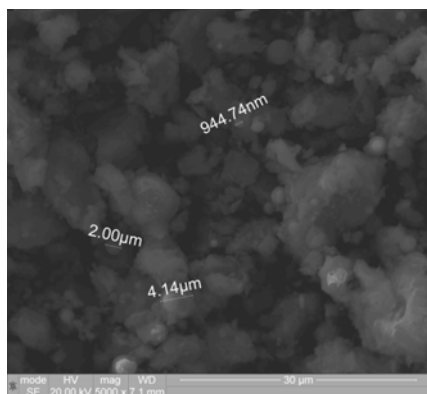


Рисунок 1 – Растровое изображение электроэрозионных титановых частиц

Экспериментально установлено, что порошок, полученный методом ЭЭД из титановых отходов, состоит из частиц правильной сферической формы (или эллиптической) и неправильной формы (конгломератов).

При ЭЭД частицы порошка, выбрасываемые из канала разряда в жидком состоянии в рабочую жидкость, быстро кристаллизуются и закаляются, поэтому и имеют сферическую или эллиптическую форму. После выхода из зоны разряда частицы порошка весьма часто сталкиваются между собой. Если в момент столкновения кристаллизация была полностью завершена, то на частицах остаются характерные следы от ударов и сетчатая поверхность.

Если имеется значительная разница температур столкнувшихся частиц, то происходит их слипание с образованием непрочных границ. Как правило, такое происходит при столкновении крупных частиц, образовавшихся из жидкой фазы, с мелкими частицами, образовавшимися из паровой фазы. Если нет существенной разницы температур частиц при столкновении, то могут образовываться конгломераты неправильных форм.

Список литературы

1. Восстановление и упрочнение деталей автотракторной техники плазменно-порошковой наплавкой с использованием порошков, полученных электроэрозионным диспергированием отходов спеченных твердых сплавов / Агеев Е.В., Серебровский В.И., Семенихин Б.А., Агеева Е.В., Латыпов Р.А., Гнездилова Ю.П. Курск, 2010. 91 с.

2. Разработка установки для получения порошков из токопроводящих материалов / Агеев Е.В., Семенихин Б.А., Латыпов Р.А., Бобрышев Р.В. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2009. Т. 11. № 5-2. С. 234-237.

3. Исследование влияния электрических параметров установки на процесс порошкообразования при электроэрозионном диспергировании отходов твердого сплава / Агеев Е.В., Семенихин Б.А., Латыпов Р.А. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2009. Т. 11. № 5-2. С. 238-240.

4. Рентгеноспектральный микроанализ частиц порошков, полученных электроэрозионным диспергированием твердого сплава / Агеев Е.В., Гадалов В.Н., Семенихин Б.А., Агеева Е.В., Латыпов Р.А. // Упрочняющие технологии и покрытия. 2011. № 2 (74). С. 13-16.

5. Morphology and composition of copper electrospark powder suitable for sintering / Ageeva E.V., Khor'yakova N.M., Ageev E.V. // Russian Engineering Research. 2015. Т. 35. № 1. С. 33-35.

6. Состав и свойства порошков, полученных из отходов твердых сплавов методом электроэрозионного диспергирования (ЭЭД) / Петридис А.В., Толкушев А.А., Агеев Е.В. // Технология металлов. 2005. № 6. С. 13-17.

7. Investigation into the properties of electroerosive powders and hard alloy fabricated from them by isostatic pressing and sintering / Ageev E.V., Ageeva E.V., Latypov R.A. // Russian Journal of Non-Ferrous Metals. 2015. Т. 56. № 1. С. 52-62.

8. Строение и свойства порошковой быстрорежущей стали, полученной электроэрозионным диспергированием в воде / Куц В.В., Ивахненко А.Г., Агеева Е.В. // Современные материалы, техника и технологии. 2017. № 5 (13). С. 50-54.

9. Исследование химического состава порошков, полученных электроэрозионным диспергированием твердого сплава / Агеев Е.В., Семенихин Б.А., Агеева Е.В., Латыпов Р.А. // Известия Юго-Западного государственного университета. 2011. № 5-1 (38). С. 138а-144.

10. Строение и свойства порошковых материалов, полученных из отходов шарикоподшипниковой стали марки шх15 методом ээд в воде дистиллированной / Ивахненко А.Г., Агеева Е.В., Куц В.В., Хардинов С.В. // Современные материалы, техника и технологии. 2017. № 5 (13). С. 28-33.

11. Порошковая шарикоподшипниковая сталь, полученная диспергированием в керосине / Агеева Е.В., Ивахненко А.Г., Куц В.В., Хардинов С.В. // Современные материалы, техника и технологии. 2017. № 5 (13). С. 10-15.

12. Оценка влияния температуры электроконтактной приварки порошкового слоя на его пористость / Булычев В.В., Латыпова Г.Р., Латыпов Р.А., Бахмудкадиев Н.Д. // Современные материалы, техника и технологии. 2015. № 3 (3). С. 53-58.

13. Особенности электроконтактной приварки порошка пр-нпч3 на детали из чугуна / Латыпов Р.А., Латыпова Г.Р., Дудин В.И. // Современные материалы, техника и технологии. 2015. № 2 (2). С. 97-101.

14. Восстановление распределительного вала дизельного двигателя / Латыпов Р.А., Агеев Е.В., Латыпова Г.Р. // Современные материалы, техника и технологии. 2016. № 2 (5). С. 146-150.

15. Твердосплавные электроэрозионные порошки: получение, характеристики и применение / Агеева Е.В., Агеев Е.В., Латыпов Р.А. // Курск, 2014.

16. Рециклинг отходов твердых сплавов для восстановления и упрочнения изделий / Латыпов Р.А., Агеев Е.В., Денисов В.А., Латыпова Г.Р. // монография / Курск, 2017.

17. Технология ремонта и упрочнения дисковых рабочих органов электроконтактной приваркой порошковой смеси ПГСП-2 И Т15К6 / Латыпова Г.Р. // Труды ГОСНИТИ. 2014. Т. 115. С. 134-138.

18. Электроэрозионные порошки микро- и нанометрических фракций для производства твердых сплавов/ Латыпов Р.А., Агеева Е.В., Кругляков О.В., Латыпова Г.Р.// Электротехнология. 2016. № 1. С. 16-20.

19. Математическая модель схватывания металлов при электроконтактной приварке проволок/ Латыпов Р.А., Латыпова Г.Р., Булычев В.В., Бурак П.И.// Международный технико-экономический журнал. 2012. № 3. С. 99-106.

20. Разработка модели образования очагов схватывания металлов при сварке давлением с низкоинтенсивным силовым воздействием/ Булычев В.В., Латыпов Р.А., Латыпова Г.Р., Бурак П.И.// Международный технико-экономический журнал. 2013. № 5. С. 80-85.

21. Порошковая шарикоподшипниковая сталь, полученная диспергированием в керосине/ Агеева Е.В., Ивахненко А.Г., Куц В.В., Хардинов С.В.// Современные материалы, техника и технологии. 2017. № 5 (13). с. 10-15

22. Строение и свойства порошковых материалов, полученных из отходов шарикоподшипниковой стали марки шх15 методом ЭЭД в воде дистиллированной/ Ивахненко А.Г., Агеева Е.В., Куц В.В., Хардинов С.В. // Современные материалы, техника и технологии. 2017. № 5 (13). с. 28-33

23. Строение и свойства порошковой быстрорежущей стали, полученной электроэрозионным диспергированием в воде/ Куц В.В., Ивахненко А.Г., Агеева Е.В. // Современные материалы, техника и технологии. 2017. № 5 (13). с. 50-54

24. К вопросу о переработке алюминиевых отходов электроэрозионным диспергированием/ Новиков Е.П., Агеев Е.В., Сытченко А.Д.// Современные материалы, техника и технологии. 2015. № 1 (1). С. 169-172.

25. О возможности переработки отходов шарикоподшипниковой стали методом электроэрозионного диспергирования/ Хардинов С.В., Агеев Е.В., Зубарев М.А.// Современные материалы, техника и технологии. 2015. № 1 (1). С. 211-214.

26. Восстановление распределительного вала дизельного двигателя/ Латыпов Р.А., Агеев Е.В., Латыпова Г.Р.// Современные материалы, техника и технологии. 2016. № 2 (5). С. 146-150.

27. Оценка относительной прочности соединения металлов на этапе схватывания при сварке давлением/ Латыпова Г.Р., Латыпов Р.А., Булычев В.В., Агеев Е.В.// Современные материалы, техника и технологии. 2015. № 2 (2). С. 102-110.

28. Исследование и разработка технологии восстановления вала ротора турбокомпрессора электроискровой обработкой электроэрозионными наноматериалами/ Латыпов Р.А., Денисов В.А., Агеев Е.В.// Современные материалы, техника и технологии. 2016. № 2 (5). С. 141-146.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В ПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Львович Игорь Яковлевич, профессор

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Воронежский институт высоких технологий, г.Воронеж, Россия

В статье анализируются характеристик интеллектуальных систем для промышленного производства.

Ключевые слова: промышленное производство, интеллектуальная система.

В ряде случаев искусственный интеллект связан с решением комплексных задач - и аппаратного, и программного моделирования, и эти две составляющие плотно переплетены и взаимосвязаны между собой. Наличие каждой является необходимым, но не достаточным условием решения задачи моделирования человеческой деятельности [1, 2].

Подобные задачи всесторонне наполняют современную жизнь. Это касается не только сферы информационных технологий, но и тяжёлого машиностроения, где всё чаще продукт представляет собой не просто механизм, а сложный комплексный агрегат с взаимосвязанными механическими и электронными функциями. Примером подобных разработок могут служить передовые технологии лидеров автомобильной промышленности, таких как немецкая фирма Мерседес-Бенц. Датчики новых устройств безопасности, предлагаемых для автомобиля Е-Класса в качестве опционального оборудования, наделяют автомобиль своего рода "органами чувств".

Так, например, радарные технологии и видеокамеры видят ситуацию издали и постоянно контролируют пространство вокруг автомобиля. Если датчики фиксируют критическую ситуацию, например, при уменьшении безопасного расстояния до впереди идущего автомобиля, то тогда они предупреждают водителя и помогают ему снизить скорость автомобиля, подавая тормозные импульсы на колёса.

Огромным шагом в деле снижения аварийности дорожного движения стала разработка системы адаптивного управления головным светом.

Данная система в любой ситуации обеспечивает наилучшее освещение проезжей части. В условиях попутного и встречного движения система адаптивного управления головным светом автоматически и мягко переводит фары в режим ближнего света.

А на свободной дистанции она использует максимально возможную дальность освещения - вплоть до 300 м. Таким образом, отпадает необходимость вручную переключаться между ближним и дальним светом, что позволяет освободить водителя от этой обязанности и не отвлекать его внимание.

В сфере коммерческой техники также есть чёткие потребности в интеллектуальных системах [5]. В связи с сокращением свободного простран-

ва в городской зоне всё больше грузовых автомобилей оборудованы задней управляемой осью. При этом данная мера известна, и поэтому с целью сокращения износа шин и расхода топлива была разработана подъёмная двухосная тележка. Таким образом, задача стала значительно более многофакторной. Однако, такая мера вводит существенную нестабильность по курсовой и траекторной устойчивости движения на высокой скорости. В частности появляется колебание величины боковой реакции.

Именно этот критерий и является одним из основных контрольных параметров для управления. Система должна распознать режим движения, предложить и реализовать оптимальную конфигурацию опорных осей для данного режима. Для решения этой проблемы требуется очень

Сложный программный алгоритм управления, а также и конструктивная возможность гибкого управления в зависимости от большого количества входных параметров, таких как скорость движения, качество покрытия, степень загруженности автомобиля и многих других. По вопросу механического или аппаратного воплощения интеллектуальной системы были найдены соответствующие решения.

Таким образом, при наличии потребности с одной стороны, и возможности аппаратной и программной реализации с другой, данная система была разработана и защищена патентом. Однако, в автотранспортной сфере существует ряд задач, которые до сих пор не могут быть описаны, например, моделирование взаимодействия упругого колеса с опорной поверхностью. Аналогией проблемы могут послужить следующие примеры.

И 20 лет назад были хорошо известны алгоритмы выигрышной игры в шахматы, но в то время не было достаточной мощности технических устройств. По мере развития возможностей это стало возможным, и подобные алгоритмы получили конструктивную реализацию.

С каждым днём условия человеческой жизнедеятельности ужесточаются. Экологические проблемы носят необратимый характер. Человек склонен решать всё более сложные задачи, с которыми он сталкивается, не самостоятельно, а при помощи искусственных средств [6, 7].

Поэтому сфера искусственного остаётся одной из наиболее востребованной обеспечения не просто комфортной жизнедеятельности, а в первую очередь для обеспечения выживания человечества в современных, всё более суровых условиях.

Список литературы

1. Паневин Р.Ю., Преображенский Ю.П. Структурные и функциональные требования к программному комплексу представления знаний // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 061-064.
2. Кравцов Д.О., Преображенский Ю.П. Методика оптимального управления социально-экономической системой на основе механизмов адаптации // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 133-134.
3. Кизим А.В., Матохина А.В., Кравец А.Г., Мединцева И.П. Программный комплекс поддержки модернизации технических систем // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 311-324.

4. Даценко Н.В., Горбатенко С.А., Горбатенко В.В. Адаптивная автоматизированная система как средство дифференциации обучения при подготовке специалистов в области информационных технологий // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 382-390.

5. Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Применение статистических методов при управлении предприятием // Наука Красноярья. 2017. Т. 6. № 1-2. С. 273-278.

6. Рязских А.М., Преображенский Ю.П. Построение стохастических моделей оптимизации бизнес-процессов // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 079-081.

7. Лисицкий Д.С., Преображенский Ю.П. Построение имитационной модели социально-экономической системы // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 135-136.

8. Подход к оценке эффективности создания инновационной геоинформационной продукции/ Николаев В.Н., Горбатенко С.А., Зайцев С.А., Толстолыткин А.В., Шуклина А.А.// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2015. № 5 (10). С. 29-34.

9. Информационная система обеспечения управления образовательным медицинским учреждением/ Николаев В.Н., Гранкин А.Н., Алябьев И.В.// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2015. № 5 (10). С. 24-29.

10. Модель организации технико-экономических ресурсов инновационного предприятия/ Николаев В.Н., Дорохов Д.С., Толбин А.Э.// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2017. № 4. С. 59.

11. Методология управления развитием научно-производственных предприятий на основе контроллинга/ Кузьмин Г.В., Николаев В.Н., Рогатин С.И.// Курск, 2019.

12. Модели и методы управления внутренним конкурентным потенциалом вуза/ Николаев В.Н., Ткаченко К.А.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 1. С. 124-129.

13. Организация инфраструктуры системы управления инновациями высшего учебного заведения/ Вертакова Ю.В., Николаев В.Н.// Известия Юго-Западного государственного университета. 2011. № 6-1 (39). С. 37-41.

ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВАЯ СИСТЕМА КОММЕРЧЕСКОЙ ФИРМЫ

*Львович Игорь Яковлевич, профессор
(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)*

Воронежский институт высоких технологий, г. Воронеж, Россия

В статье обсуждаются характеристики информационно-поисковой системы в компании.

Ключевые слова: поиск информации, коммерческая организация.

Одним из наиболее замечательных умственных действий человека является передача информации на естественном языке [1, 2]. Информация, передаваемая на естественном языке, может быть использована немедленно или отложена на длительное хранение. В последнем случае информация передаётся опосредовано, основным средством её передачи являются письменные документы. При этом зачастую отправитель (поставщик) информации не знает, кто и когда её потребует. В свою очередь, потребители информации не знают, разработаны ли нужные ему документы, где они находятся и как их можно получить. Потребители документов отделены от их авторов расстоянием, временем, а зачастую и языком.

Таким образом, возникают задачи индексирования информации и предоставления каталогов (списков) доступных документов пользователям, приведения информации из разных источников к единому формату, интеллектуальной обработкой входящей информации.

В крупнейших компаниях, чей бизнес основан на информационно-поисковых технологиях, есть все доступные ресурсы для организации системы любой сложности, а именно многотысячный штат инженеров и исследователей, несколько центров обработки информации (дата-центров) с несколькими сотнями тысяч вычислительных машин в каждом, развитая сетевая (телекоммуникационная) инфраструктура, большой наработанный инженерный и исследовательский опыт в данной области, широкие финансовые возможности и резервы. В то же время интеллектуальные информационно-поисковые технологии востребованы и субъектами мелкого и среднего предпринимательства, которые не обладают и близко подобными ресурсами, но при этом и решают более локальные, прикладные, вытекающие из конкретных производственных потребностей задачи поиска и анализа информации [3, 4].

Автор настоящей статьи решал именно такую задачу интеллектуализации информационно-поисковых технологий в коммерческой фирме.

Существовавшая информационно-поисковая система занималась агрегацией (сбором) библиографической информации (выходных данных книг и информацией об их авторах) с различных электронных источников (по электронным подпискам организации), её приведением к единому формату, и дальнейшим представлением конечным пользователям системы в

удобном потребителям виде. При этом возникал ряд сложностей, затрудняющих выполнение возложенных на систему функций, например: разные источники информации предоставляли данные в разных, порой не совместимых между собой форматах; между двумя различными источниками, а зачастую и внутри одного источника, информация была противоречивой; разные источники использовали разные имена для одних и тех же сущностей (например, менялся порядок написания имени и фамилии автора, порядок перечисления изданий книг и др.). Разрешение возникающих при анализе информации сложностей было возложено на администраторов системы, то есть производилось не автоматическим путём, требуя дополнительных затрат человеческого времени, существенно замедляя весь процесс и делая систему не надёжной в связи с появлением "человеческого фактора".

Была поставлена задача при существующих финансовых, кадровых и инфраструктурных ограничениях произвести модернизацию системы таким образом, чтобы минимизировать необходимость участия человека в анализе информации, максимально автоматизировав весь процесс от начала и до конца, от сбора информации до её представления потребителю, при этом поднимая качество предоставляемой информации.

Для достижения цели применялись следующие средства. Для начала весь процесс агрегации информации был централизован, была создана отдельная система, к которой поддержка отдельных источников входящей информации (подписки) подключалась в качестве модулей [5, 6].

Хранилище данных, вместо реляционной базы данных, которое в связи с требованием жёсткости структуры данных было малоприспособно для данной задачи, было заменено на не реляционную базу данных свободной структуры (schema-less database). Затем была осуществлена необходимая и достаточная интеллектуализация модулей, осуществляющих анализ входящей информации (электронных подписок), нацеленная на решение конкретной прикладной задачи, не призванная решать общую задачу представления знаний или обработки информации на естественном языке. При этом были решены, в частности, следующие подзадачи: на основе автоматизированного пополняемого словаря синонимов были идентифицированы и объединены документы [7, 8], содержащие в конкретном поле ссылку на фактически один объект (одну сущность), но с различным порядком написания составных элементов имени объекта (например, разным порядком указания имени и фамилии автора или названия и года выпуска книги) или разным их правописанием.

Список литературы

1. Яблов Е.Л., Преображенский Ю.П. Разработка лингвистических средств интеллектуальной поддержки на основе имитационно-семантического моделирования // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2009. № 5. С. 024-026.
2. Львович И.Я., Преображенский А.П., Орешкин М.А., Калаев В.Н. Разработка обучающей системы по генетическим показателям // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 6. № 1. С. 4-6.

3. Львович Я.Е., Питолин А.В., Сорокин С.О. Оптимизация проектирования многоаспектной цифровой среды системы однородных объектов на основе процедур декомпозиции и агрегации // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 186-195.

4. Преображенский Ю.П. Оценка эффективности применения системы интеллектуальной поддержки принятия решений // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2009. № 5. С. 116-119.

5. Кизим А.В., Матохина А.В., Кравец А.Г., Мединцева И.П. Программный комплекс поддержки модернизации технических систем // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 311-324.

6. Даценко Н.В., Горбатенко С.А., Горбатенко В.В. Адаптивная автоматизированная система как средство дифференциации обучения при подготовке специалистов в области информационных технологий // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 382-390.

7. Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Применение статистических методов при управлении предприятием // Наука Красноярья. 2017. Т. 6. № 1-2. С. 273-278.

8. Зяблов Е.Л., Преображенский Ю.П. Построение объектно-семантической модели системы управления // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 029-030.

9. Организация построения информационных систем обеспечения управления высшим учебным заведением/ Николаев В.Н., Титова Г.С.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 1. С. 245-249.

10. Оценка эффективности локальной вычислительной сети при решении главной и обеспечивающих задач/ Николаев В.Н., Рогатин С.И., Коломиец Е.А., Атакищев О.И.// Известия Юго-Западного государственного университета. 2019. Т. 23. № 2. С. 174-185.

11. Организация инфраструктуры производства базовых информационных ресурсов научно-промышленного предприятия/ Николаев В.Н., Макарьин И.В.// Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2013. № 1. С. 93-100.

12. Модель оценки надежности пропускной способности двухуровневой системы обработки геопространственной информации коллективного пользования/ Николаев В.Н.// Системы управления и информационные технологии. 2006. № 3 (25). С. 23-26.

13. Метод управления технико-экономическими ресурсами телекоммуникационной инфраструктуры геоинформационной системы предприятия/ Николаев В.Н., Мяснянкин Д.В.// Телекоммуникации. 2014. № 11. С. 34-38.

14. Геоинформационные системы и информационные технологии в телекоммуникациях/ Николаев В.Н.// Телекоммуникации. 2016. № 5. С. 38-41.

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЛИЯНИЕМ УЯЗВИМОСТЕЙ В ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ

Львович Яков Евсеевич, профессор

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Воронежский государственный технический университет, г.Воронеж, Россия

В статье обсуждаются вопросы управления уязвимостями в сетях передачи данных.

Ключевые слова: сеть передачи данных, уязвимость.

Основная задача при разработке современных информационно - телекоммуникационных сетей (ИТКС) заключается в создании систем, способных решать свои функциональные задачи с заданным уровнем качества в течение заданного времени их функционирования. Однако в процессе функционирования реальные ИТКС могут быть подвергнуты воздействию произвольных случайных и неслучайных угроз [1, 2] (разрушающим воздействиям (РВ)), таким, например, как масштабные аварии, техногенные катастрофы, военные действия, террористические и хакерские атаки. В этой связи особый интерес вызывают задачи анализа и минимизации уязвимостей ИТКС в случаях полного уничтожения или частичного понижения пропускной способности ребер сети, а также в случае повреждения полностью или частично узлов сети. Разрушения узлов сети будут соответствовать выходу из строя базовых станций (БС), ретрансляторов, а также серверов и маршрутизаторов. Решение задач анализа уязвимостей от реализации угроз ИТКС позволяет выявлять узкие места сети, прогнозировать возможный ущерб до разрушений и в дальнейшем укреплять или модернизировать сети.

Под анализом уязвимости ИТКС будем понимать исследование изменения интересующих нас функциональных характеристик сети [3, 4] в зависимости от ухудшения показателей работоспособности ее компонентов или при полном разрушении последних. Ключевой функцией ИТКС является обеспечение заданной пропускной способности сети [5, 6]. Рассмотрим ее изменение в случаях полного уничтожения или частичного понижения пропускной способности ребер сети, а также в случае повреждения полностью или частично узлов сети. Пусть реализация одной из угроз приводит к полному уничтожению одного или нескольких заранее неизвестно каких узлов сети S_f . Так как передать поток по ребрам, инцидентным разбитой вершине, оказывается невозможно, то далее будем полагать, что все такие ребра после реализации угрозы в сети не функционируют. Кроме этого пусть разрушению могут быть подвержены не только транзитные узлы, но и терминальные вершины. При этом множество тяготеющих пар (абонентов) предполагается неизменным, а требование на поток для пары, у которой уничтожен один из терминалов, считается неудовлетворенным.

Вследствие реализации угрозы в графе Gf происходит изменение вектора пропускной способности PS, задающего ограничения на распределение потоков в сети в зависимости от силы воздействия угрозы W. Так как в результате реализации угрозы уничтожаются вершины сети, то передать поток по инцидентным этой вершине ребрам оказывается невозможно, и они также считаются вышедшими из строя, при этом стоимость разрушения любого такого ребра положим равной нулю. Удаление ребер или вершин из сети можно рассматривать как результат целенаправленного РВ с целью максимального понижения эффективности сети [7, 8], под которой понимается способность передавать поток между вершинами сети. Для нанесения максимального ущерба сети противник использует ее наиболее уязвимые места [9]. Местом потенциальной уязвимости сети является место максимального потока. Для определения места максимального потока наиболее часто используется алгоритм Эдмондса-Карпа. Для многих практических задач важной проблемой является снижение вычислительной сложности таких задач. Одним из путей снижения уязвимости ИТКС и снижения рисков ИБ является резервирование. В общем случае сеть может быть представлена как совокупность типовых структур: линейной (односвязной структуры), кольцевой (двухсвязной) и ячеистой (многосвязной). Линейная структура – наиболее общая структура для любой односвязной структуры сети. Более сложная структура может быть представлена как совокупность линейных структур. Частным случаем линейной структуры являются радиально - узловая. Для резервирования линейной структуры применяют метод резервирования 1+1 с одновременной передачей трафика по двум территориально разнесенным трассам. Метод резервирования 1+1 требует больших затрат, поскольку предполагает, по сути, создание двух независимых сетей, одна из которых используется для работы, а вторая - для резервирования. Кольцевая структура - наиболее распространенная структура транспортной сети. Именно этим обуславливается широкое повсеместное использование данной структуры на магистральных сетях связи.

Список литературы

1. Преображенский Ю.П. Применение программных средств для повышения защищенности компьютерных систем // В сборнике: Проблемы и перспективы развития России: Молодежный взгляд в будущее Сборник научных статей Всероссийской научной конференции. В 4-х томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2018. С. 76-78.
2. Львович И.Я., Преображенский А.П., Преображенский Ю.П., Чопоров О.Н. Проблемы использования технологий интернет вещей // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 73-75.
3. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П., Преображенский Ю.П., Чопоров О.Н. Исследование характеристик защищенности мобильных сенсорных сетей // В сборнике: Радиолокация, навигация, связь Сборник трудов XXV Международной научно-технической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения А.С. Попова. В 6-ти томах. 2019. С. 239-244.
4. Преображенский А.П. О применении расчетно-экспериментального подхода при исследовании распространения волн wi-fi внутри помещения // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 71-72.

5. Преображенский А.П. Методы прогнозирования характеристик рассеяния электромагнитных волн // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2014. № 1 (4). С. 3.
6. Lvovich Ya., Preobrazhensky A., Choporov O. Modeling of scattering of electromagnetic waves on the base of multialternative optimization // Information Technology Applications. 2016. № 1. С. 117-125.
7. Преображенский Ю.П. Проблемы кодирования информации в каналах связи // В сборнике: Современные инновации в науке и технике Сборник научных трудов 8-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2018. С. 180-182.
8. Преображенский Ю.П. Применение методов интерполяции при обработке сигналов в современных информационных системах // В сборнике: Перспективное развитие науки, техники и технологий Сборник научных статей материалы 8-й Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2018. С. 147-150.
9. Преображенский Ю.П. Рассеяние радиоволн на сложных объектах // В сборнике: Современные инновации в науке и технике Сборник научных трудов 8-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2018. С. 191-194.
10. Подход к оценке эффективности создания инновационной геоинформационной продукции/ Николаев В.Н., Горбатенко С.А., Зайцев С.А., Толстолыткин А.В., Шуклина А.А.// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2015. № 5 (10). С. 29-34.
11. Информационная система обеспечения управления образовательным медицинским учреждением/ Николаев В.Н., Гранкин А.Н., Алябьев И.В.// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2015. № 5 (10). С. 24-29.
12. Модель организации технико-экономических ресурсов инновационного предприятия/ Николаев В.Н., Дорохов Д.С., Толбин А.Э.// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2017. № 4. С. 59.
13. Методология управления развитием научно-производственных предприятий на основе контроллинга/ Кузьмин Г.В., Николаев В.Н., Рогатин С.И.// Курск, 2019.
14. Модели и методы управления внутренним конкурентным потенциалом вуза/ Николаев В.Н., Ткаченко К.А.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 1. С. 124-129.
15. Организация инфраструктуры системы управления инновациями высшего учебного заведения/ Вертакова Ю.В., Николаев В.Н.// Известия Юго-Западного государственного университета. 2011. № 6-1 (39). С. 37-41.

ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Львович Яков Евсеевич, профессор

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

*Воронежский государственный технический университет,
г. Воронеж, Россия*

Работа связана с оптимальным проектированием информационно-телекоммуникационных систем.

Ключевые слова: оптимизация, компьютерная сеть, телекоммуникации.

Защищенность является одним из важнейших показателей эффективности функционирования информационно-коммуникационной системы (ИКС), наряду с такими показателями как надежность, отказоустойчивость и производительность [1, 2].

Защищенность системы представляет собой степень адекватности реализованных в ней механизмов защиты по отношению к существующим в данной среде функционирования рискам, связанным с осуществлением угроз безопасности информации [3, 4].

В свою очередь под угрозами безопасности будем понимать возможность нарушения таких свойств информации, как конфиденциальность, целостность и доступность.

В идеале каждый путь осуществления угрозы должен быть перекрыт соответствующим механизмом защиты Z_i . Данное условие является первым фактором, определяющим защищенность ИКС.

Вторым фактором является надежность Z_i существующих механизмов защиты, характеризующаяся степенью сопротивляемости этих механизмов попыткам их обхода или преодоления. Третьим фактором является величина ущерба U_{own} , наносимого владельцу ИКС в случае успешного осуществления угроз безопасности [5, 6].

Следует отметить, что получение точных значений данных характеристик весьма затруднено, поскольку понятия угрозы, ущерба и сопротивляемости механизмов защиты трудно формализуемы.

Тестирование системы защиты ИКС проводится с целью проверки эффективности используемых в ней механизмов защиты, их устойчивости в отношении возможных атак, а также с целью поиска уязвимостей. Рассмотрим два основных метода тестирования:

тестирование по методу "черного ящика";

тестирование по методу "белого ящика".

Тестирование по методу "черного ящика" предполагает отсутствие у тестирующей стороны каких-либо специальных знаний о конфигурации и внутренней структуре объекта испытаний. При этом против объекта испытаний реализуются все известные типы атак, и проверяется устойчивость системы защиты в отношении них. Используемые методы тестирования

эмулируют действия потенциальных злоумышленников, пытающихся взломать систему защиты ИКС. Основным средством тестирования в данном случае являются сетевые сканеры, располагающие базами данных известных уязвимостей.

Метод "белого ящика" предполагает составление программы тестирования на основании знаний о структуре и конфигурации объекта испытаний.

В ходе тестирования проверяются наличие и работоспособность [6-8] механизмов безопасности, соответствие состава и конфигурации системы защиты требованиям безопасности и существующим рисками.

Выводы о наличии уязвимостей делаются на основании анализа конфигурации используемых средств защиты и системного ПО, а затем проверяются на практике.

Рассмотрим защищенность системы с точки зрения риска, поскольку в настоящее время данный подход наиболее применяем на практике.

Под риском R будем понимать потенциальные потери от угроз защищенности.

Для его расчета используется следующая формула: $R_p C_{инф} * P_{взл}$, где $C_{инф}$ - цена информации, а $P_{взл}$ - вероятность взлома. По существу, параметр риска здесь вводится как мультипликативная свертка двух основных параметров защищенности.

Рассмотрим основные подходы к проектированию системы защиты. Выразим коэффициент защищенности через параметры угроз.

В общем случае в системе присутствует множество видов угроз. В этих условиях зададим следующие величины: w - количество видов угроз, воздействующих на систему:

C_i - стоимость (потери) от взлома i -го вида; i - интенсивность потока взломов i -го вида; Q_i - вероятность появления угроз i -го вида в общем потоке попыток несанкционированного доступа к информации находящейся в ИКС, причем Q_{ii} ; p_i - вероятность отражения угроз i -го вида системой защиты. Эти характеристики можно рассматривать как веса при расчете рисков.

Список литературы

1. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П., Преображенский Ю.П., Чопоров О.Н. Исследование характеристик защищенности мобильных сенсорных сетей // В сборнике: Радиолокация, навигация, связь Сборник трудов XXV Международной научно-технической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения А.С. Попова. В 6-ти томах. 2019. С. 239-244.

2. Львович Я.Е., Преображенский А.П. Моделирование сложных компьютерных сетей на основе многоальтернативной оптимизации // В сборнике: Информатика: проблемы, методология, технологии Сборник материалов XIX международной научно-методической конференции. Под ред. Д.Н. Борисова. Воронеж, 2019. С. 1492-1496.

3. Преображенский Ю.П. Проблемы кодирования информации в каналах связи // В сборнике: Современные инновации в науке и технике Сборник научных трудов 8-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2018. С. 180-182.

4. Клишина О.Ю. Об особенностях характеристик линий передачи данных // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 27-29.
5. Кострова В.Н., Цепковская Т.А. Проблемы моделирования беспроводных сетей // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 61-63.
6. Русанов П.И., Юрочкин А.Г. Проблемы сетевого моделирования // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 64-66.
7. Васильев В.И., Шамсутдинов Р.Р. Интеллектуальная система обнаружения сетевых атак на основе механизмов искусственной иммунной системы // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 521-535.
8. Преображенский А.П. О применении расчетно-экспериментального подхода при исследовании распространения волн wi-fi внутри помещения // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 71-72.
9. Преображенский А.П., Хромых А.А. Характеристики распространения радиоволн в подземных беспроводных системах связи // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2013. № 2 (2). С. 5.
10. Организация построения информационных систем обеспечения управления высшим учебным заведением/ Николаев В.Н., Титова Г.С.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 1. С. 245-249.
11. Оценка эффективности локальной вычислительной сети при решении главной и обеспечивающих задач/ Николаев В.Н., Рогатин С.И., Коломиец Е.А., Атакищев О.И.// Известия Юго-Западного государственного университета. 2019. Т. 23. № 2. С. 174-185.
12. Организация инфраструктуры производства базовых информационных ресурсов научно-промышленного предприятия/ Николаев В.Н., Макарьин И.В.// Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2013. № 1. С. 93-100.
13. Модель оценки надежности пропускной способности двухуровневой системы обработки геопространственной информации коллективного пользования/ Николаев В.Н.// Системы управления и информационные технологии. 2006. № 3 (25). С. 23-26.
14. Метод управления технико-экономическими ресурсами телекоммуникационной инфраструктуры геоинформационной системы предприятия/ Николаев В.Н., Мяснякина Д.В.// Телекоммуникации. 2014. № 11. С. 34-38.
15. Геоинформационные системы и информационные технологии в телекоммуникациях/ Николаев В.Н.// Телекоммуникации. 2016. № 5. С. 38-41.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ КАРТЫ ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ

Малашина Людмила Алексеевна, студент

(e-mail: lyudamalashina@gmail.com)

Научный руководитель

Разработана информационная карта процесса контроля качества лазерной сварки, предназначенная для установления взаимосвязей процессов в системе менеджмента качества и распределения полномочий и ответственности.

Ключевые слова: модель, процесс, информация, контроль, качество.

Лазерная сварка является новейшей технологией по созданию неразрывных соединений с массой преимуществ перед другими видами сварки [1]. В машиностроении при изготовлении узлов и элементов, которые могут в процессе эксплуатации переносить вибрационные нагрузки, сварные швы должны отличаться выносливостью и прочностью. При изготовлении узлов и элементов в условиях крупного производства остро стоит вопрос об обеспечении требуемого уровня качества продукции и процессов. Одним из достоинств лазерной сварки является скорость создания сварного шва и точность лазерного комплекса [2]. Однако для выпуска качественной продукции требуется стопроцентный контроль сварных соединений. Это обуславливается необходимостью снижения рисков при эксплуатации. Подобные конструкции должны соответствовать не только требуемым геометрическим параметрам и не иметь дефектов, но и определенным параметрам виброустойчивости, герметичности и прочности.

Качество процесса лазерной сварки зависит от взаимодействия со смежными процессами. Для описания взаимодействия процессов используют информационную карту процесса (ИКП), в которой содержатся необходимые сведения для организации процесса. Это упрощает управление процессами, так как с помощью информационных карт процессы регламентируются и документируются. При внедрении процессного подхода следует определить следующие показатели процесса:

- требуемые входы и выходы процесса, их взаимодействие;
- критерии и методы, необходимые для обеспечения результативного функционирования процесса и управления им;
- ресурсы, необходимые для выполнения процесса;
- распределение обязанностей, ответственности и полномочий.

Управление процессами базируется на доскональной проработке знаний о процессе и их применении для успешного достижения цели – производства качественной продукции для потребителя. В таблице 1 приведен перечень сведений, которые должна содержать информационная карта процесса контроля качества сварного шва в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001-2015.

Таблица 1 - ИКП контроля качества лазерной сварки

1. Наименование процесса	Контроль качества сварного шва
2. Цель процесса	Обеспечение требуемого качества сварного шва
3. Владелец процесса	Начальник отдела ОТК
4. Руководитель Ответственный исполнитель	Начальник отдела ОТК Мастер участка ОТК Контролер ОТК
5. Нормативная документация	Типовой технологический процесс лазерной сварки металлов
6. Вход процесса	Сварная металлоконструкция
7. Поставщик	Процесс лазерной сварки
8. Ресурсы	Измерительно-контрольное оборудование: Машина разрывная Р-0,5 Установка РУП-15-10 Лупа ЛП-1-10 ГОСТ 25706-83 Микроскоп стереоскопический МБС-9 ТУ 3.3.1210-78 Штангенциркуль ШЦ-I-400-0,1 ГОСТ166-89 Линейка 300 ГОСТ 427-75 Щуп 0,2-70 ТУ2-034-0221197-011-91 Течеискатель гелиевый ПТИ-10 Производственная среда: - аттестованные рабочие места контролеров Спецодежда, спецобувь и другие СИЗ Квалифицированный персонал.
9. Поставщики ресурсов	Процесс управления инфраструктурой и производственной средой Процесс управления человеческими ресурсами
10. Потребители процесса	Процесс поставки металлоконструкций Процесс управления несоответствиями Процесс анализа со стороны руководства
11. Контролируемые параметры	Отклонения швов от заданной формы, наружные трещины в швах, подрезы, прожоги, кратеры, наплывы, пористость в швах и другие дефекты, герметичность
12. Показатели результативности	Отсутствие рекламаций от потребителей по качеству сварных изделий

Данные, полученные при контроле качества лазерной сварки, применяются для анализа и определения направлений устранения выявленных несоответствий. Например, на рисунке 1 представлена диаграмма дефектов сварного шва.

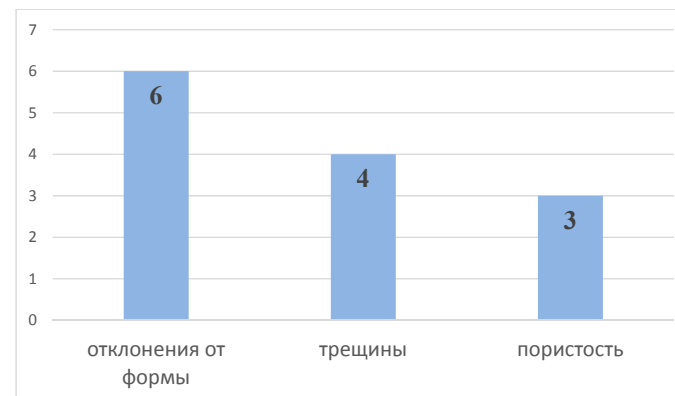


Рисунок 1 - Выявленные несоответствия при контроле лазерной сварки

Персонал предприятия проводит анализ причин несоответствий и вносит собственные предложения по их устранению. Это побуждает работников к сотрудничеству для достижения требуемого качества сварки. Таким образом, информационная карта процесса систематизирует работу на производстве и вовлекает персонал в разработку мероприятий по улучшению процесса.

Список литературы

1. Лазерная сварка. Что такое лазерная сварка? Преимущества и недостатки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://svarkaed.ru/svarka/vidy-i-sposoby-svarki/chtotakoe-lazernaya-svarka-preimushhestva-i-nedostatki.html> (Дата обращения: 12.09.2019)
2. Как сварка используется в машиностроении [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://svarkaipayka.ru/tehnologia/drugoe/kak-svarka-ispolzuetsya-v-mashinostroenii.html> (Дата обращения: 12.09.2019)

АНАЛИЗ ВЫПОЛНЕНИЯ ПЕРЕВОЗОК ПассажиРОВ Автомобильным транспортом

Мартынушкин Алексей Борисович, к.э.н., доцент

*Рязанский государственный агротехнологический университет имени
П.А. Костычева, г. Рязань, Россия*

Работа аналитика в АТП, осуществляющей пассажирские перевозки, методически мало отличается от аналитической работы в грузовой автотранспортной организации. Кратко рассмотрим последовательность этапов анализа перевозок пассажиров рейсовыми автобусами.

1. Проводят сравнение общих базисных итогов и отчетных данных о числе перевезенных пассажиров и пассажирообороте, оценивая влияние выполнения задания на отдельных маршрутах на общие результаты организации (табл. 1).

Изменение пассажирооборота на маршрутах вызывается многими факторами: вводом в действие или ликвидацией маршрутов для работы на них других видов транспорта (метро, троллейбус, трамвай); изменением расселенности жителей в связи с застройкой новых районов, рисками недостаточной обеспеченности АТП подвижным составом; изменением конфигурации сети автобусных маршрутов и др. [1]

Таблица 1 – Выполнение плана перевозок пассажиров автобусами на отдельных маршрутах и в целом по предприятию

Номер маршрута	Число перевезенных пассажиров, тыс. чел.				
	плановое	отчетное			
		Всего	В пределах плана	Сверх плана	Не предусмотрено планом
1	950,2	942,7	942,7	—	—
2	1122,7	1122,7	1122,7	—	—
3	899,4	917,3	899,4	17,9	—
4	1211,6	1187,9	1187,9	—	—
5	1005,3	839,7	839,7	—	—
6	1081,0	1089,9	1081,0	8,9	—
7	—	2541,1	—	—	254,1
Итого	6270,2 (100,0)	6354,3 (101,3)	6073,4 (96,9)	26,8 (0,4)	254,1 (4,0)

Примечание. В скобках указаны итоговые данные в процентах. Подобные таблицы можно составлять по пассажирообороту, доходам и т. п.

В отношении данных, приведенных в таблице 1, можно сделать следующие выводы: объем перевозок в АТП выполнен на 101,3%, но в рамках плана — лишь на 96,9%. Особое внимание следует обратить на маршруты № 1, 4 и 5, где план не выполнен. На маршрутах № 3 и 6 обеспечено пере-

выполнение плана. На маршруте № 2 плановое задание выполнено полностью. Кроме того, в отчетном периоде открыт новый маршрут — № 7, на котором 254 тыс. человек (4%) перевезены вне задания. [2]

2. Далее проводят анализ соответствия маршрутному расписанию рейсов автобусов (табл. 2). [3]

Таблица 2 – Выполнение запланированных рейсов

Номер маршрута	План	Отчет			
		Общее количество	Процент выполнения плана	В том числе по расписанию	
				Количество	Процент выполнения
1	19004	17140	90,2	17022	89,6
2	22454	21590	96,2	20790	92,6
3	17988	17986	100,0	17900	99,5
4	24232	22844	94,3	22800	94,1
5	20106	15550	77,3	12240	60,9
6	21620	22243	102,9	21600	99,9
7	—	4887	—	4880	—
Итого	125404	122240	97,5	117232	93,5

Например, выполнение запланированных рейсов в АТП составило 97,5%, но правильнее оценивать работу автобусного обслуживания по уровню соблюдения маршрутного расписания, %, равному $(N_{расп}^{\phi} / N_{расп}^{\sigma}) \cdot 100$, где $N_{расп}^{\phi}$ и $N_{расп}^{\sigma}$ — фактическое (отчетное) и базисное (плановое) количество рейсов, выполненных по расписанию.

Расчеты показали, что по расписанию выполнено лишь 93,5% рейсов. Наибольшее количество невыполненных рейсов по расписанию на маршруте №5 (60,9%). Уровень соблюдения маршрутного расписания ниже среднего по АТП (93,5%) отмечен на маршрутах № 1 (89,6%) и 2 (92,6%).

3. И наконец, оценивают уровни показателей, характеризующих использование автобусов, и результаты перевозочного обслуживания, а затем определяют степень их влияния на пассажирооборот.

Для автобусного парка пассажирооборот P_n , пасс.-км, за определенный период равен:

$$P_n = T_n \cdot V_{\sigma} \cdot \beta \cdot q_{\sigma} \cdot \gamma_{\sigma} \cdot A_{ср} \cdot \alpha_{\sigma} \cdot D_k$$

где T_n — продолжительность работы автобуса в наряде, ч; V_{σ} — средняя эксплуатационная скорость, км/ч; β — коэффициент использования пробега; q_{σ} — вместимость автобуса, число пассажиров; γ_{σ} — коэффициент использования вместимости; $A_{ср}$ — среднесписочное число автобусов; α_{σ} — коэффициент выпуска автобусов на линию; D_k — число календарных дней в анализируемом периоде. [4]

Так как среднесуточный пробег автобуса равен $L_{\text{сут}} = T_n \cdot V_n$, то:

$$P_n = L_{\text{сут}} \cdot \beta \cdot q_6 \cdot \gamma_6 \cdot A_{\text{сп}} \cdot \alpha_6 \cdot D_k.$$

Все факторы, от которых зависят уровни указанных показателей, будут влиять через них на выполнение плана перевозки пассажиров.

Средняя продолжительность работы в наряде в автобусных парках зависит от пассажирооборота на обслуживаемых маршрутах, его колебаний в течение суток, протяженности маршрутов, продолжительности рабочего дня и количества смен работы водителя и т.д. По плану T_n определяется маршрутным расписанием. Время в наряде состоит из продолжительности работы автобуса на маршруте T_m и времени, затрачиваемого на нулевые пробеги T_0 :

$$T_n = T_m + T_0.$$

Продолжительность работы на маршруте в течение смены включает в себя ряд составляющих:

$$T_m = t_{\text{дв}} + t_{\text{п-р}} + t_3 + t_k,$$

где $t_{\text{дв}}$ – продолжительность движения автобуса на маршруте; $t_{\text{п-р}}$ – продолжительность простоев на остановочных пунктах для посадки-высадки пассажиров; t_3 – продолжительность задержек, связанных с организацией дорожного движения; t_k — продолжительность простоев в конечных пунктах маршрута. [5]

При анализе продолжительности работы автобусов на линии по отдельным маршрутам необходимо обращать внимание на степень внедрения оптимальных маршрутных схем, на совершенствование расписаний их движения с учетом сложившихся пассажиропотоков.

Определенное влияние на время работы на линии и его продуктивное использование оказывает улучшение диспетчерского руководства и контроля за регулярностью движения автобусов. Кроме того, на этот показатель может заметно влиять рассредоточение времени начала и окончания работы организаций, создающее условия для более полного обеспечения перевозок пассажиров в часы пик имеющимся в наличии подвижным составом. Анализ работы автобусов в часы пик, выявление рисков, способствующих повышению качества обслуживания пассажиров, — наиболее важные задачи анализа, так как работа пассажирского транспорта существенно влияет на уровень использования рабочего и свободного времени трудящихся, их нервно-эмоциональное состояние перед началом и по окончании рабочего дня. [6]

Скорость движения — это важный качественный показатель работы пассажирского автотранспорта, характеризующий эффективность использования парка подвижного состава. С ее ростом уменьшается время, затрачиваемое пассажирами на передвижение, т.е. повышается уровень транспортного обслуживания населения.

Однако особое место в совершенствовании перевозок пассажиров занимает повышение эксплуатационной скорости, зависящей не только от ско-

рости движения, но и от простоев на остановочных пунктах и между ними, вызванных условиями движения, и на конечных станциях маршрутов. [3]

Эксплуатационная скорость на отдельных маршрутах зависит от множества учитываемых и неучитываемых факторов: ширины проезжей части дороги, наличия уклонов и поворотов на трассе, качества дорожного покрытия, количества перекрестков, наличия пешеходных переходов, числа светофоров, количества остановочных пунктов, протяженности маршрута, его конфигурации, величины пассажиропотока и пр. [7]

На практике при планировании эксплуатационной скорости на конкретном маршруте поступают следующим образом. Техническую скорость движения автобуса на каждом маршруте нормируют опытным или расчетным путем исходя из конкретных дорожных эксплуатационных условий на различных участках дорог. Затем, зная продолжительность простоя автобуса на промежуточных и конечных пунктах, устанавливают эксплуатационную скорость. Обычно отстой автобусов на конечных пунктах зависит от видов перевозок, времени суток, числа автобусов и водителей.

На пассажирском транспорте применяется также величина, именуемая средней скоростью сообщения V_c , которая характеризует скорость доставки пассажиров к месту назначения. Ее находят отношением пути L , пройденного автобусом, к времени, затраченному на движение, а также на простои для посадки и высадки пассажиров на остановочных пунктах:

$$V_c = \frac{L}{t_{\text{дв}} + t_{\text{п-р}}}.$$

Среднюю скорость сообщения на маршруте при планировании находят делением его длины на среднюю продолжительность движения между конечными остановочными пунктами. [8]

Для повышения уровня обслуживания пассажиров немаловажно использовать автобусы такой вместимости, которая наиболее целесообразна для освоения определенного пассажиропотока. Вместимость автобуса зависит от его конструкции и является постоянной величиной. На внутригородских перевозках — это количество мест для сидения и стояния; при междугородных перевозках и у так называемых заказных автобусов — число мест только для сидения. На среднюю вместимость одного автобуса влияет структура подвижного состава автобусного парка, которая, в свою очередь, определяется видом перевозок (городские, пригородные, междугородные). Коэффициент использования вместимости в значительной степени зависит от стабильности пассажиропотоков, их колебаний по времени года и суток. Для глубокого анализа необходимо иметь результаты наблюдений, характеризующих изменения пассажиропотоков, или использовать билетно-учетные сведения. [2]

Специфика обслуживания пассажиров заключается в частой смене пассажиропотоков и вследствие этого неодинаковой потребности в автобусах в течение суток, в разные дни недели и сезоны года. Иногда возникает не-

обходимость в разработке 10...15 расписаний на один маршрут, тогда как в АТП может оказаться только 6...7 расписаний. Бывают случаи, когда на маршруте в течение ряда лет применяется одно и то же расписание. Это приводит к ухудшению использования автобусов и снижению качества обслуживания пассажиров. Составление расписаний — это трудоемкий и продолжительный процесс. Поэтому дальнейшее улучшение работы автобусов немыслимо без применения компьютерной техники, с помощью которой должны рассчитываться расписания движения автобусов, составляться схемы их маршрутов. [3]

Влияние технико-эксплуатационных показателей на выполнение плана перевозок пассажиров рассчитывают с помощью способа цепных подстановок или способа исчисления разниц. При расчетах следует помнить, что между технико-эксплуатационными показателями и пассажирооборотом существует прямо пропорциональная зависимость. Это обстоятельство сводит к минимуму все аналитические вычисления. При анализе объема перевозок пассажиров Q_n , число человек, применяют следующую формулу:

$$Q_n = T_n \cdot V_s \cdot \beta \cdot q_e \cdot \gamma_e \cdot A_{cn} \cdot \alpha_e \cdot D_k / l_{nn},$$

где l_{nn} — средняя дальность поездки пассажира, км.

Средняя дальность поездки пассажира — это расстояние, которое в среднем проезжает один пассажир в автобусе. Данный показатель зависит от многих факторов: структуры пассажирского транспорта, конфигурации маршрутной сети, сопряжения автобусных маршрутов и других видов транспорта, структуры пассажирооборота, территориального размещения пунктов, протяженности маршрутов, мобильности населения и т.д. [9]

Анализ работы маршрутных такси проводят аналогично анализу работы автобусов, т.е. сначала изучают результаты выполнения плана по платному пробегу $L_{пл}$, км, для каждого маршрута такси, а затем уровень показателей, характеризующих использование автомобилей. Влияние показателей на выполнение плана по $L_{пл}$ определяют способом цепных подстановок или исчисления разниц, для чего используют формулу:

$$L_{пл} = T_n \cdot V_s \cdot \beta \cdot A_T \cdot \alpha_e \cdot D_k / l_{nn}$$

где A_T — среднесписочное число автомобилей-такси.

Список литературы

1. Мартынушкин, А.Б. Состояние материально-технической базы и производственные риски в сельском хозяйстве Рязанской области / А.Б. Мартынушкин, Ю.О. Ляцук // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2014. – № 3(20). – С. 65-67.
2. Экономическое обоснование эффективности и качества пассажирских перевозок автомобильным транспортом: Монография / К.П. Андреев, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.Н. Горячкина, Н.А. Конычева, А.Б. Мартынушкин, Т.В. Мелькумова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, И.В. Федоскина. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2019. – 129 с.
3. Экономическая эффективность деятельности автодорожного комплекса Рязанской области. Экономика и оценка эффективности и качества пассажирских перевозок в автотранспортном предприятии: Учебное пособие / Н.В. Бышов, Е.В. Лунин, Е.А. Меж-

рин, А.Б. Мартынушкин, Н.А. Конычева, И.В. Федоскина. – Рязань: РГАТУ, 2014. – 371 с.

4. Экономическая эффективность, оценка качества и совершенствование управления пассажирскими перевозками в регионе. Экономические основы функционирования предприятий автомобильного транспорта: Учебное пособие / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, А.Б. Мартынушкин, А.В. Шемякин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев. – Рязань: Издательство ФГБОУ ВО РГАТУ, 2019. – 326 с.

5. Экономическая эффективность деятельности транспортного комплекса Рязанской области. Экономика и анализ функционирования автотранспортной отрасли: Учебное пособие / Н.В. Бышов, Е.В. Лунин, Ш.Г. Ахметов, А.Б. Мартынушкин, И.В. Федоскина. – Рязань: РГАТУ, 2012. – 287 с.

6. Мартынушкин, А.Б. Особенности проявления рискованных ситуаций и влияние факторов риска на сельскохозяйственное производство / А.Б. Мартынушкин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2009. – № 1. – С. 56-58.

7. Мартынушкин, А.Б. Состояние материально-технической базы отрасли растениеводства в России / А.Б. Мартынушкин // Сб.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве: Материалы 68-й Международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 291-297.

8. Методика оценки уровня качества автотранспортного обслуживания / Н.А. Конычева, А.Б. Мартынушкин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев // Бюллетень транспортной информации. - 2019. - № 6 (288). - С. 22-26.

9. Астраханцева, А.С. Экономический анализ влияния технико-эксплуатационных показателей на отчетные данные объема перевозок / А.С. Астраханцева, А.Б. Мартынушкин // Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки: Материалы международной студенческой научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 215-219.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ДАННЫЕ ОБЪЕМА АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Мартынушкин Алексей Борисович, к.э.н., доцент

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г.Рязань, Россия

После анализа уровня технико-эксплуатационных показателей, в ходе которого выявляют причины и риски, обусловившие те или иные их отчетные значения, определяют особенности влияния данных показателей на выполнение плана перевозок. [1] Для этого обычно используют способ цепных подстановок, который позволяет рекомендовать для практических расчетов формулы, приведенные в табл. 1, для показателей, связанных с объемом перевозок и грузооборотом прямо пропорциональной зависимостью ($A_{сп}$, α_a , T_n , q и γ_c) и не связанных с ними такой зависимостью (l_{er} , V_T , β и t_{n-p}).

Рассмотрим вывод расчетной формулы для определения влияния коэффициента использования пробега.

1. Аналитический объем перевозок равен:

$$Q_{\beta}^a = \frac{T_n \cdot V_T \cdot \beta' \cdot q \cdot \gamma_c \cdot A_{сп} \cdot \alpha_a \cdot D_{\kappa}}{l_{er} + V_T \cdot \beta' \cdot t_{n-p}}$$

2. Влияние изменения коэффициента использования пробега на объем перевозок можно представить в виде:

$$\Delta Q_{\beta} = Q_{\beta}^a \cdot Q,$$

где ΔQ_{β} — изменение объема перевозок при отклонениях значения β .

Процентное изменение Q в этом случае составляет:

$$\Delta Q_{\beta}^{\%} = \frac{\Delta Q_{\beta}}{Q} \cdot 100 = \left(\frac{Q_{\beta}^a}{Q} - 1 \right) \cdot 100,$$

где

$$\frac{Q_{\beta}^a}{Q} = \frac{\beta'}{\beta} \cdot \frac{l_{er} + V_T \cdot \beta \cdot t_{n-p}}{l_{er} + V_T \cdot \beta' \cdot t_{n-p}} \quad [2]$$

Величину $\frac{l_{er} + V_T \cdot \beta \cdot t_{n-p}}{l_{er} + V_T \cdot \beta' \cdot t_{n-p}}$ обозначим через δ_{β} и назовем коэффициентом, учитывающим непропорциональную зависимость между β и объемом перевозок (грузооборотом). Тогда:

$$\Delta Q_{\beta}^{\%} = \left(\frac{\beta'}{\beta} \cdot \delta_{\beta} - 1 \right) \cdot 100 = (I_{\beta} \cdot \delta_{\beta} - 1) \cdot 100.$$

Аналогично выводят расчетные формулы для определения влияния на объем перевозок и грузооборот средней технической скорости, продолжительности простоя под погрузкой-разгрузкой за езду и среднего пробега с грузом за езду (см. табл. 1). [3]

Влияние всех ТЭП, кроме среднего пробега с грузом за езду, на Q и P в процентах одинаково.

Таблица 1 – Влияние показателей на выполнение плана объема перевозок

Показатель	Формулы для расчета влияния показателей на выполнение плана Q и P , %	Поправочные коэффициенты, учитывающие отсутствие линейной зависимости
Среднесписочное число автомобилей $A_{сп}$	$\Delta Q_{A_{сп}} = \Delta P_{A_{сп}} = (I_{A_{сп}} - 1) \cdot 100$	—
Коэффициент выпуска автомобилей на линию α	$\Delta Q_{\alpha} = \Delta P_{\alpha} = (I_{\alpha} - 1) \cdot 100$	—
Продолжительность работы автомобиля в наряде T_n	$\Delta Q_{T_n} = \Delta P_{T_n} = (I_{T_n} - 1) \cdot 100$	—
Техническая скорость V_T	$\Delta Q_{V_T} = \Delta P_{V_T} = (I_{V_T} \cdot \delta_{V_T} - 1) \cdot 100$	$\delta_{V_T} = \frac{l_{er} + V_T \cdot \beta \cdot t_{n-p}}{l_{er} + V_T' \cdot \beta \cdot t_{n-p}}$
Коэффициент использования пробега β	$\Delta Q_{\beta} = \Delta P_{\beta} = (I_{\beta} \cdot \delta_{\beta} - 1) \cdot 100$	$\delta_{\beta} = \frac{l_{er} + V_T \cdot \beta \cdot t_{n-p}}{l_{er} + V_T \cdot \beta' \cdot t_{n-p}}$
Средняя грузоподъемность автомобиля q	$\Delta Q_q = \Delta P_q = (I_q - 1) \cdot 100$	—
Коэффициент статического использования грузоподъемности γ_c	$\Delta Q_{\gamma_c} = \Delta P_{\gamma_c} = (I_{\gamma_c} - 1) \cdot 100$	—
Средний пробег с грузом за езду l_{er}	$\Delta Q_{l_{er}} = (\delta_{l_{er}} - 1) \cdot 100$ $\Delta P_{l_{er}} = (I_{l_{er}} \cdot \delta_{l_{er}} - 1) \cdot 100$ $\Delta Q_{l_{er}} \neq \Delta P_{l_{er}}$	$\delta_{l_{er}} = \frac{l_{er} + V_T \cdot \beta \cdot t_{n-p}}{l_{er}' + V_T \cdot \beta \cdot t_{n-p}}$
Продолжительность простоя под погрузкой-разгрузкой за езду t_{n-p}	$\Delta Q_{t_{n-p}} = \Delta P_{t_{n-p}} = (\delta_{t_{n-p}} - 1) \cdot 100$	$\delta_{t_{n-p}} = \frac{l_{er} + V_T \cdot \beta \cdot t_{n-p}}{l_{er} + V_T \cdot \beta \cdot t_{n-p}'}$

В табл. 2 представлены результаты расчета влияния показателей на выполнение плана объема перевозок. Аналогичный расчет можно провести для грузооборота, числа отработанных авточасов для «почасовых» автомобилей, числа пассажиро-километров для автобусов и т.д.

По существу определяют влияние не самих показателей, а тех основных факторов и рисков, которые обусловили их отчетные значения. [4] Используя результаты анализа, разрабатывают мероприятия, направленные на улучшение перевозочной работы, и порядок их внедрения. В первую очередь следует внедрять мероприятия, способствующие устранению тех недостатков, которые связаны с работой самой АТП. [5]

Таблица 2 – Расчет влияния технико-эксплуатационных показателей на объем перевозок

№	Показатель	Выполнение	Расчет поправочных коэффициентов	Расчет влияния показателей на Q, %	Результат	
					положи-	отрицатель-
1	$A_{сп}$	98,5	—	$\Delta Q_{A_{сп}}\% = 98,5 - 100$		1,5
2	α_6	100,2	—	$\Delta Q_{\alpha_6}\% = 100,2 - 100$	0,2	
3	T_n	101,1	—	$\Delta Q_{T_n}\% = 101,1 - 100$	1,1	
4	q	97,9	—	$\Delta Q_q\% = 97,9 - 100$		2,1
5	γ_c	103,6	—	$\Delta Q_{\gamma_c}\% = 103,6 - 100$	3,6	
6	l_{er}	100,5	$\delta_{l_{er}} = \frac{8,56+19,1 \cdot 0,61 \cdot 0,81}{8,6+19,1 \cdot 0,61 \cdot 0,81} = 0,998$	$\Delta Q_{l_{er}}\% = (0,998 - 1) \cdot 100$		0,2
7	V_T	98,4	$\delta_{V_T} = \frac{8,56+19,1 \cdot 0,61 \cdot 0,81}{8,56+18,8 \cdot 0,61 \cdot 0,81} = 1,008$	$\Delta Q_{V_T}\% = 98,4 \cdot 1,008 - 100$		0,8
8	β	96,7	$\delta_{\beta} = \frac{8,56+19,1 \cdot 0,61 \cdot 0,81}{8,56+19,1 \cdot 0,59 \cdot 0,81} = 1,017$	$\Delta Q_{\beta}\% = 96,7 \cdot 1,017 - 100$		1,6
9	$t_{н-р}$	97,5	$\delta_{t_{н-р}} = \frac{8,56+19,1 \cdot 0,61 \cdot 0,81}{8,56+19,1 \cdot 0,61 \cdot 0,79} = 1,013$	$\Delta Q_{t_{н-р}}\% = (1,013 - 1) \cdot 100$	1,3	
Итого					6,2	6,2

Примечание. Показатели 1-9 характеризуют суточную производительность автомобильного парка; 2-9 – списочного автомобиля; 3 - 9 – автомобиля, находящегося в эксплуатации; 4-9 – часовую производительность последнего.

При необходимости получить ответ не в процентах (см. табл. 2), а в абсолютных единицах, нужно определить соответствующую долю (с учетом знака) базисного значения объема перевозок. [6]

Совместное влияние всех технико-эксплуатационных показателей на выполнение плана объема перевозок $\sum \Delta Q_{тэп}\%$ не всегда совпадает с величиной $(I_0 - 1)100$. Разница между этими величинами характеризует неразложимый остаток. Его величина при проведении анализа способом цепных подстановок в отдельных случаях может быть значительной. Это происходит, если отклонения отдельных показателей от плана составляют более $\pm 5\%$.

Тогда целесообразно воспользоваться разновидностью цепных подстановок — способом исчисления разниц, который предполагает отнесение неразложимого остатка к влиянию качественных показателей. Применение способа исчисления разниц для анализа влияния технико-эксплуатационных показателей на выполнение плана по пассажиро-километрам, платным километрам пробега, числу отработанных авточасов для «почасовых» грузовых автомобилей и заказных автобусов никаких затруднений не вызывает. Сложнее обстоит дело с грузовыми автомобилями, выполняющими сдельные перевозки.

При необходимости определить степень влияния какого-либо одного риска на несколько технико-эксплуатационных показателей используется корреляционный анализ. [7]

В практике работы АТП довольно широко распространены перевозки грузов с оплатой по часовому тарифу («почасовые» автомобили). При таких перевозках затруднительно учесть работы в тоннах и тонно-километрах. Объем работы для «почасовых» автомобилей устанавливается в авточасах. При анализе работы этих автомобилей необходимо выяснить не только выполнение плана по числу отработанных авточасов, но и рациональность и целесообразность перевозок с такой формой оплаты. Довольно часто «почасовые» автомобили выполняют функции не только технологического транспорта. [8]

При анализе эффективности использования «почасовых» автомобилей большое значение имеют непосредственные наблюдения, «фотографии» работы автомобилей на линии и хронометражи. При обработке полученных материалов можно точно установить характер выполняемой работы, виды перевозимых грузов и их количество, пробег с грузом и без него, простой под погрузкой-разгрузкой и без работы. При отсутствии данных непосредственных наблюдений сведения о числе отработанных авточасов необходимо дополнять данными о пробеге «почасовых» автомобилей. Для этого подходит эксплуатационная скорость, характеризующая пробег подвижного состава за 1 ч работы в наряде. Увеличение эксплуатационной скорости свидетельствует о повышении эффективности использования «почасовых» автомобилей. [9]

Список литературы

1. Мартынушкин, А.Б. Состояние материально-технической базы и производственные риски в сельском хозяйстве Рязанской области / А.Б. Мартынушкин, Ю.О. Ляцук // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2014. – № 3(20). – С. 65-67.
2. Экономическая эффективность деятельности автодорожного комплекса Рязанской области. Экономика и оценка эффективности и качества пассажирских перевозок в автотранспортном предприятии: Учебное пособие / Н.В. Бышов, Е.В. Лунин, Е.А. Межорин, А.Б. Мартынушкин, Н.А. Коньчева, И.В. Федоскина. – Рязань: РГАТУ, 2014. – 371 с.
3. Экономическая эффективность деятельности транспортного комплекса Рязанской области. Экономика и анализ функционирования автотранспортной отрасли: Учебное пособие / Н.В. Бышов, Е.В. Лунин, Ш.Г. Ахметов, А.Б. Мартынушкин, И.В. Федоскина. – Рязань: РГАТУ, 2012. – 287 с.
4. Мартынушкин, А.Б. Особенности проявления рискованных ситуаций и влияние факторов риска на сельскохозяйственное производство / А.Б. Мартынушкин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2009. – № 1. – С. 56-58.
5. Экономическое обоснование эффективности и качества пассажирских перевозок автомобильным транспортом: Монография / К.П. Андреев, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.Н. Горячкина, Н.А. Коньчева, А.Б. Мартынушкин, Т.В. Мелькумова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, И.В. Федоскина. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2019. – 129 с.
6. Экономическая эффективность, оценка качества и совершенствование управления пассажирскими перевозками в регионе. Экономические основы функционирования предприятий автомобильного транспорта: Учебное пособие / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, А.Б. Мартынушкин, А.В. Шемякин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев. – Рязань: Издательство ФГБОУ ВО РГАТУ, 2019. – 326 с.
7. Методика оценки уровня качества автотранспортного обслуживания / Н.А. Коньчева, А.Б. Мартынушкин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев // Бюллетень транспортной информации. – 2019. – № 6 (288). – С. 22-26.
8. Мартынушкин, А.Б. Состояние материально-технической базы отрасли растениеводства в России / А.Б. Мартынушкин // Сб.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве: Материалы 68-й Международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 291-297.
9. Чеканов, О.С. Экономическая оценка выполнения перевозок пассажиров / О.С. Чеканов, А.Б. Мартынушкин // Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки: Материалы международной студенческой научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 306-312.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПРЕДОХРАНЕНИЯ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ОТ ВЛИЯНИЯ
ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР***Никишов О.В., ст. преподаватель**Самарский государственный технический университет*

В случае длительного нахождения автотранспортных средств при отрицательных температурах может быть затруднен пуск двигателя, а также нарушена работа некоторых узлов и механизмов. Следовательно, при содержании автотранспорта в помещениях без отопления, под навесом и на стоянках под открытым небом необходимо обеспечить условия, облегчающие безопасный запуск двигателей и коробок переключения передач автотранспорта, а также надежность их функционирования в независимости от времен года.

Безопасный запуск двигателя автомобиля, который позволяет избежать износа деталей двигателя во время запуска, можно осуществить несколькими способами и средствами. Можно выделить две группы таких способов:

– *группа 1* позволяет запустить двигатель с применением предварительного его подогрева в течение всего времени хранения либо по таймеру или разогрева перед пуском от постороннего источника тепла при помощи специального оборудования или устройств, размещаемых на площадке предприятия;

– *группа 2* – с применением соответствующих эксплуатационных материалов для обслуживания автомобиля или оборудованных на автомобиле приспособлений, приборов и агрегатов, либо с помощью сохранения ранее образованного тепла от предыдущего использования двигателя.

Требуемые характеристики подготовки автомобиля к работе могут различаться в зависимости от того в каких условиях происходит эксплуатация. Так, в случаях, когда необходимость автомобиля к работе должна быть постоянной, то в любой момент автомобиль должен быть готов к эксплуатации. В других случаях на подготовку автомобиля предусматривается некоторый период времени для обеспечения его готовности к эксплуатации.

Однако, наиболее распространены такие эксплуатационные условия, в которых подготовка автомобиля к запланированной эксплуатации может производиться заблаговременно.

В помещениях с отоплением автомобиля хранятся фактически в состоянии готовности к работе; в случае же содержания автомобиля в холодном помещении, под навесом или на стоянке под открытым небом средства запуска двигателей и режим их работы зависят от условий эксплуатации и должны им соответствовать.

Процесс обслуживания двигателя автомобиля зимой усложняется в зависимости от способа его запуска, если его температура близка к наруж-

ной температуре воздуха. Это происходит если автомобиль хранится в помещении без отопления, и тем более на открытой стоянке. Исключением является локальный подогрев воздуха для создания рядом с автомобилем зоны микроклимата.

На средства второй группы ориентируются в первую очередь при разработке автопредприятия, т.к. в этом случае отсутствуют дополнительные затраты в строительство, и независимо от нахождения автомобилей обеспечивают нормальную эксплуатацию транспорта в зимнее время.

При проектировании предприятий в первую очередь ориентируются на использование активов 2 группы, которые, с одной стороны, не требуют стационарного оборудования, дополнительных капложений в строительство и, с другой стороны, позволяют относительно нормально эксплуатировать автомобили в зимнее время, в изоляции от их базы и независимо от их места расположения.

Только если невозможно рассчитывать на эффективность использования способов и средств второй группы в разрабатываемом предприятии, можно использовать средства группы 1. Поскольку эти средства (тепловые, электрические и газовые сети), если возможно их использование, напрямую связаны с проектированием, то необходимо рассмотреть их подробнее.

Основные характерные признаки стационарных устройств, облегчающих запуск двигателя:

- источник теплообеспечения (тепловые, электрические и газовые сети);
- носитель тепла (пар, вода, воздух, электричество, масло, инфракрасные лучи);
- режим воздействия (однократный, периодический, постоянный);
- характеристика системы охлаждения двигателя (наполненная, пустая).

Электроподогрев.

В случае заполненной системы охлаждения двигателя автомобиля возможно использование его электрического подогрева. Данный метод нагрева может быть применен реализацией нескольких способов. Нагрев жидкости, находящейся в системе охлаждения двигателя может быть осуществлен с помощью электронагревательного элемента, погруженного в неё. Нагревательный элемент обычно выполняется в виде спирали открытого или закрытого типа.

Мощность нагревательного элемента в данном случае невысока и составляет от 1 до 3 кВт. Место установки такого элемента находится в участке трубы, расположенном между автомобильным радиатором охлаждения и двигателем агрегатом. Во время работы нагревательного элемента подогретая жидкость циркулирует в направлении блока цилиндров двигателя.

Для обеспечения защиты оператора от поражения электрическим током при использовании такого метода подогрева двигатель заземляют. Устройство для подогрева подключается к обычной электросети напряжением 220В.

Конструктивно нагревательный элемент выполнен таким образом, что при отключении питания обеспечивается его постепенное медленное охлаждение до температуры не ниже 25 °С. Указанная выше мощность такого устройства в 1..3 кВт позволяет обеспечить сравнительно простой запуск двигателя автомобиля при температуре окружающего воздуха не ниже пятнадцати градусов мороза. Способ достижения оптимальной температуры запуска двигателя с помощью электроподогрева возможен только в условиях его непрерывного использования. Так как в случае прерывистого подогрева указанной мощности недостаточно, а ее увеличение приведет к усложнению конструкции нагревательного элемента.

Помимо электрического нагревательного элемента, для жидкости, возможна установка нагревателя небольшой мощности (0,1..0,3 кВт) для подогрева масла в картере двигателя. Эффективность одновременного подогрева жидкости в системе охлаждения двигателя и масла в картере двигателя существенно выше, что позволяет использовать данный метод при температурах окружающего воздуха ниже минус 20 градусов.

Если сравнивать электроподогрев с другими методами, например с методом нагрева водяным паром, то первый имеет ряд преимуществ. Во-первых, затраты на организацию электроподогрева существенно ниже. Во-вторых, простое конструктивное исполнение устройств электроподогрева. В-третьих, такие устройства очень удобны в эксплуатации. Недостатками метода являются повышенное энергопотребление, высокие расходы эксплуатационных материалов. Кроме того, отрицательным моментом является сложность настройки устройств в зависимости от температуры окружающей среды.

Подогрев горячим воздухом.

Самое широкое распространение для облегчения запуска автомобильного двигателя получил метод воздушного подогрева. Подогрев двигателя осуществляется с помощью специального стационарного устройства, в котором носителем тепла служит воздух. Такие устройства могут быть использованы и в случаях непрерывного воздействия и периодического. Система охлаждения двигателя при этом должна быть заполненной.

Конструктивно разновидности воздушных отопительных установок бывают наземного, подземного и надземного исполнения.

В случае подземного варианта установки трасса воздухопроводов прокладывается в подземном канале. Данная система отводов предназначена для подогрева нескольких автомобильных двигателей. Само устройство для подогрева воздуха также может быть размещено под землей.

В варианте надземного исполнения воздухопроводы для подвода горячего воздуха к машиноместу проложены на надземной раме в виде эстакады и соединяются с автомобилем с помощью гибких рукавов из тканевого материала.

С помощью информации, передаваемой световыми и звуковыми сигналами устройствами, оператор осуществляет контроль управления

блоком воздушного подогрева. Температура поступающего воздуха от установки автоматически регулируется с помощью контроллера с пирометрическими датчиками.

Поступающий в моторный отсек нагретый воздух служит защитой автомобильного двигателя от переохлаждения. В автомобильном радиаторе также происходит нагрев охлаждающей жидкости, которая за счет термоциркуляции передает полученное тепло блоку цилиндров.

Поскольку в моторный отсек поступает горячий воздух это позволяет обеспечить не только запуск двигателя в облегченных условиях, но и обеспечить нормальную работу салонного отопителя, что имеет большое значение для быстрого обеспечения комфортных условий для водителя.

Подогретый воздух подводится в отсек двигателя двумя способами. В первом случае для этого предназначена тканевая манжета, которая соединяет воздухопровод с чехлом, утепляющим капот моторного отсека. Во втором случае воздухопровод соединяется с распределителем воздушного потока с помощью патрубка. Распределитель выполнен в виде рамной трубной конструкции, которая закрывает картер двигателя.

В первом случае горячий воздух подается через решетку радиатора на двигатель и защищает последний от воздействия низкотемпературного окружающего воздуха. Одновременно хладагент, нагретый в радиаторе за счет термоциркуляции, передает тепло блоку цилиндров.

Во втором случае при использовании рамного распределителя поток нагретого воздуха разделяется на несколько небольших потоков, которые выходят из расположенных в распределителе отверстий и обогревают двигатель на всей его длине.

Второй вариант обогрева двигателя воздухом намного эффективнее, чем однопотоковый. В некоторых случаях оба варианта применяются одновременно.

Источник тепла для обогревателей это котельная или городская теплосеть. В некоторых случаях используются огневые обогреватели. Опыт использования нагретого воздуха показал, что лучше всего подогреть периодически в течении часа и последующем перерыве в течение одного или двух часов, в зависимости от температуры окружающего воздуха.

Использование воздушного отопления рекомендуется для большого количества тяжелых грузовиков, особенно в северных районах страны и для отопления.

Воздушное отопление не требует дополнительного оборудования двигателя и является надежным и экономически эффективным средством запуска двигателя, но менее эффективно с точки зрения нагрева.

Использование воздушного подогрева рекомендуется для большого количества тяжелых грузовиков, особенно в северных районах страны и при наличии теплоснабжения.

Воздушный подогрев не требует дополнительного оборудования двигателя и является надежным и экономически эффективным средством запуска

ка двигателя. Однако, в сравнении с остальными способами, он менее эффективен по теплоиспользованию.

Инфракрасный подогрев.

Инфракрасный обогрев автомобильных агрегатов основан на том факте, что инфракрасные лучи не поглощаются воздушной средой и легко поглощаются твердыми телами, а энергия излучения преобразуется в тепловую энергию. Этот метод должен осуществляться либо с помощью ламп терморadiационного излучения, либо с помощью инфракрасных газовых горелок. В последнем случае газ течет по трубопроводу к стоякам, расположенным между рядами автомобилей, и через шланги направляется к горелкам, установленным под картерами агрегатов.

Горелки имеют форсунки с насадками из металлической сетки из жаропрочной стали и смеситель. Горелка сжигает смесь воздуха и газа, которая нагревает насадку до температуры 800 ... 900 °С, в это время ее поверхность излучает инфракрасные лучи, которые нагревают автомобильные агрегаты и поднимают температуру масла в картере до температуры, обеспечивающей нормальный запуск.

Результаты промышленных испытаний этого метода нагрева показали, что масло в картере нагревалось до 30 ... 50 °С за 8 ... 10 минут при температуре окружающего воздуха -20 °С и скорости ветра 3 ... 5 м/с.

Расход газа на одну горелку в час составляет 0,25 м³, при тепловой нагрузке горелки 5000 ... 6000 ккал/час. Система может получать питание как от городской газовой сети, так и от баллонов со сжиженным газом. Недостатком газовых горелок является возможность потери пламени при скорости ветра более 5 м/с.

Список литературы

1. Проектирование предприятий автомобильного транспорта: учебно-методическое пособие по курсовому проектированию / О.В. Никишов. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2015. – 76 с.: ил.

ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ДВУХФАЗНЫХ ТИТАНОВЫХ СПЛАВАХ

Огорокова Ольга Вячеславовна, аспирант

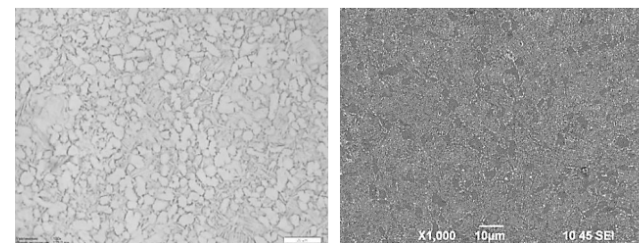
(e-mail: ol4ek88@mail.ru)

Липецкий государственный технический университет, г.Липецк, Россия

Двухфазные титановые сплавы применяются в таких сферах, как судостроение, авиастроение, медицина, нефтехимическая и газовая промышленность. Непрерывающееся развитие данных отраслей требует создание новых материалов на основе титана и улучшения эксплуатационных свойств у двухфазных сплавов.

Титановые ($\alpha + \beta$)-сплавы относятся к группе высокопрочных термически упрочняемых сплавов. Заданные свойства сплавам придаются путем легирования алюминием, молибденом, хромом, железом, марганцем, ниобием. Представителями сплавов с ($\alpha + \beta$)-структурой являются ВТ14, ВТ6, ВТ22, ВТ23. Благодаря более пластичной β -фазе эти сплавы более технологичны и лучше обрабатываются давлением, чем α -сплавы. Для титановых сплавов применяют такую термическую обработку, как отжиг, закалка и старение, а также химико-термическую. Кроме того, относительно данных материалов нашли широкое применение различные методы термомеханической обработки, включающие в себя методы ИПД, волочение, равноканальное угловое прессование, ковку, протяжку. При производстве титановых сплавов преследуют цель – получить ультрамелкозернистую структуру. Для обеспечения удовлетворительного сочетания прочности и пластичности сплавов с ($\alpha + \beta$) - структурой после закалки и старения необходимо, чтобы их структура перед упрочняющей термической обработкой была равноосной или так называемая корзиночного плетения. Одним из важнейших параметров, который постоянно учитывается при назначении температурно-временных параметров обработки сплавов титана является температура полиморфного ($\alpha + \beta$) $\rightarrow \beta$ - превращения (Тпп), при которой сплав переходит полностью в однофазное β - состояние [1, 2]. Особенность данного превращения – не протекает первичная рекристаллизация, и как следствие, измельчения структуры не наблюдается. При назначении режима термической обработки сплава обязательно требуется учесть температуру полиморфного превращения. Для двухфазного сплава нагрев в однофазной области приведет к росту зерна и, как следствие, несправимому дефекту.

С целью достижения оптимального сочетания усталостной прочности и вязкости разрушения большинство известных способов термомеханической обработки направлены на создание в полуфабрикатах смешанной глобулярно-пластинчатой или мелкозернистой равноосной структуры (рис. 1).



а) оптическая микроскопия б) растровая микроскопия
Рисунок 1 – Микроструктура сплава ВТ6 перед ИПД

Ультрамелкозернистая структура характеризуется повышенным уровнем прочностных характеристик и высокой пластичностью, так как развитие локальной деформации подавляется в пределах микрон. Сегрегация примесей, уменьшение пористости связано с активным протеканием диффузионных процессов, которые обеспечивают уменьшение внутренних напряжений в сплаве при обработке. Интенсивная пластическая деформация способствует активизировать диффузию у границ зёрен. Все это приводит к сверхпластичному состоянию сплава и протеканию фазовых превращений в деформационных условиях. Для осуществления деформации в условиях сверхпластичности требуется детальный анализ термокинетических диаграмм и установление зависимости диффузии от химического состава, структурного состояния и морфологии структуры.

Список литературы

1. Забелин С.Ф. Анализ нанокристаллизации и формирования нанофазных систем в поверхностном слое металлов и сплавов /С.Ф. Забелин, Дорожков А. А. и др. – №11. – Москва: Технология машиностроения, 2010. – 312- 314с.
2. Боткин А.В. «Научно-методические основы проектирования процессов углового прессования», Автореферат диссертации на соиск. уч. степени доктора технических наук. Издано ООО «Печатный дом ИП Верко», г. Уфа, 2014 г. Защита 26.11.2014.

УДК 621.9

РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА РАЗВЕРТЫВАНИЯ*Орехов Ю.Ю., Макаров И.Д.**Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, Россия*

В статье дается анализ резервов повышения эффективности процесса развертывания, приводятся особенности высокоскоростного и традиционного развертывания. Показано, что для повышения стойкости скоростного развертывания наиболее актуальным является применение композитов. Установлено, что введение операции эпиламирования для разверток из быстрорежущей стали позволяет повысить их стойкость, а так же ограничения в применении эпиламов для равномерного распределения СОТС по рабочей поверхности инструмента.

Ключевые слова: развертки, повышения стойкости, эпиламирование

Практика отечественного машиностроения свидетельствует, что традиционные технологии малоэффективны при получении точных отверстий. Это связано с тем, что развертывание точных отверстий стандартными многолезвийными инструментами вследствие существенного радиального и осевого биения режущей части, погрешностей заточки и установки вызывает разбивку и искажение геометрической формы, а также увод оси обработанного отверстия. Кроме того, использование стандартных многолезвийных разверток удлинит технологический цикл обработки из-за применения чернового и чистового развертывания. В некоторых случаях требуется применение таких дополнительных дорогостоящих операций механической обработки как шлифование или хонингование, что повышает себестоимость и трудоемкость изготовления изделия. Для повышения эффективности обработки сверлами из быстрорежущих сталей применяются методы, связанные с улучшением свойств инструментального материала, изменением состава и свойств поверхностного слоя инструмента, нанесением тонкопленочных покрытий, снижением шероховатости рабочих поверхностей и улучшением условий эксплуатации инструмента применением СОТС.

Внедрение новой или усовершенствованной технологии обработки деталей машин с применением инструмента из композитов - один из эффективных путей интенсификации металлообработки. Рациональное применение инструмента из композитов обеспечивает одновременное повышение производительности и качества обработки деталей, рост эффективности производства.[1]

Инструмент из композитов достаточно широко применяется для предварительной и окончательной обработки деталей из разнообразных конструкционных материалов, в том числе и взамен традиционных твердосплавных и быстрорежущих инструментов, а также абразивных кругов при шлифовании.

В качестве критерия, соответствующему пределу работоспособности лезвийного инструмента из композита, принят момент достижения шероховатости обрабатываемой поверхности Ra– 1,25 мкм [1].

В сравнении с традиционными инструментальными материалами композиты увеличивают производительность процесса резания в 2...5 раз, существенно улучшают качество обработки деталей, позволяют экономить машинное время и инструментальные материалы.

Область применения композита 10 (гексанита-Р) до недавнего времени ограничивалась из-за сравнительно небольших размеров поликристаллов. В настоящее время освоен выпуск двухслойных неперетачиваемых пластин, состоящих из твердого сплава (основа) и слоя из поликристаллов алмаза или нитрида бора толщиной до 0,5 мм, что повышает общую эффективность использования инструментов из сверхтвердых материалов.

Одним из возможных путей повышения стойкости разверток из быстрорежущих сталей является нанесение на его рабочие поверхности фторированных поверхностно активных веществ (ПАВ) из растворов эпиламов. В ходе испытаний различного режущего инструмента с покрытием эпилама установлено, что эпиламирование способствует повышению стойкости режущего инструмента в 1,5-2 раза [3...5].

Несмотря на положительные результаты испытаний, метод не находит должного применения в производстве в связи с отсутствием ясного понимания природы эпиламов и механизма их действия в процессе резания, а также рекомендаций по эксплуатации и обслуживанию эпиламированного инструмента. Однако необходимо отметить, что большинство покрытий эпиламов формируются на поверхности твердых тел за счет физической адсорбции, определяемой вандерваальсовым взаимодействием между поверхностью и полярной частью группы молекул эпилама. Такое взаимодействие при обработке резанием, характеризуемой жесткими условиями деформирования и разрушения, высокой температурой в зоне контакта не будет обеспечивать целостности покрытия, так как под влиянием большого градиента скорости и при нагреве будут разрываться ассоциаты и будет наблюдаться температурная десорбция полимолекулярного слоя, т.е. его разрушение.

Для повышения стойкости инструмента, необходимо снижать общую тепловую напряженность процесса резания и обеспечивать интенсивный отвод тепла от нагретых участков обрабатываемого материала и режущего инструмента. Применение смазочно-охлаждающих технологических сред при развертывании направлено на облегчение процесса стружкообразования, стружкозавивания и стружкоотвода, уменьшение работы сил трения и адгезии между стружкой, инструментальным и обрабатываемым материалом, их охлаждение в процессе развертывания, повышение качества обработанной поверхности, увеличение производительности обработки, снижение энергозатрат. При этом технологическая эффективность СОТС в зоне обработки реализуется через ее функциональные действия - смазочное,

охлаждающее, моющее, диспергирующее и демпфирующее, пластифицирующее и режущее (эффект П. А. Ребиндера), которые во многом определяются составом и свойствами СОТС, технологией и техникой применения. Для эффективного использования смазочно-охлаждающей технологической среды, струя подаваемой СОТС должна перекрывать всю зону контакта инструмента с заготовкой, что при развертывании отверстий ограничивается конструкцией инструмента, спецификой процесса резания. Из известных способов подачи СОТС, наибольшее применение в производстве при обработке отверстий разверток по спиральным канавкам получила подача поливом под давлением 0,002-0,003 МПа. Однако способ является малоэффективным вследствие трудности попадания жидкости в зону резания, так как наличие наружных винтовых канавок у разверток ограничивает доступ жидкости – СОТС, встречаясь с нагретой стружкой, выходящей из зоны резания. Недостаточное охлаждение зоны резания приводит к росту температуры резания, уменьшению вязкости смазочно-охлаждающей жидкости (ниже $8 \cdot 10^{-6} - 10 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$), что при определенных давлениях может приводить к разрыву пленки смазки под направляющими элементами инструмента, увеличению сил трения, схватыванию инструментального и обрабатываемого материалов, возникновению или усилению вибраций инструмента, его быстрому износу и поломке. В свою очередь необходимо отметить, что способность СОТС в зоне резания создавать внешнюю среду, в которой взаимодействуют.

Список литературы

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. / под ред. А.С. Васильева, А. А. Кутина. 6-е изд. изд., перераб. и доп. М.: Инновационное машиностроение, 2018.
2. Киричек, А.В. Влияние эпиламов (ПАВ) на физико-технические свойства инструментов при низкоскоростной механической обработки [Текст] / А.В. Киричек, М.Ф. Селеменов, О.В. Селеменова // «Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии». – Орёл: ОГУ имени И.С.Тургенева. - №2 (322), 2017. – С. 85-96.
3. Селеменова, О.В. Теоретический анализ стойкости эпиламированных покрытий инструмента при поверхностном пластическом деформировании [Текст] / М.Ф. Селеменов, Л.Ю. Фроленкова, А.С. Тарапанов // «Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии». –Орёл: ОГУ имени И.С.Тургенева №1 (327), 2018. – С.-37-43.
4. Новиков А.Д., Анализ формообразования внутренних профилей с помощью компьютерного моделирования / Новиков А.Д., М.Ф. Селеменов, Л.Ю. Фроленкова, А.С. Тарапанов // Материалы международного научного симпозиума технологгов-машиностроителей (Ростов-на-Дону, 26-28 сент. 2018). – 2018.– С. 123 – 126.

УДК 629.113.066(07)

ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛИРОВКИ ФАР ГОЛОВНОГО ОСВЕЩЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ

Петров Вадим Иванович, студент

*Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
(e-mail: petrow.vadim1997@yandex.ru)*

В данной статье произведен теоретический анализ технических требований к фарам головного освещения автомобиля, так же рассмотрены особенности регулировки фар головного освещения.

Ключевые слова: регламент, требования, освещение, фары, дальний свет, ближний свет, световой поток, головное освещение, лампы, регулировка, корректировка.

Увеличение скоростного режима движения транспортных средств явилось главной причиной изменения основных подходов к обеспечению безопасности дорожного движения, а также повышению требований к световым характеристикам головного освещения автомобиля.

Из общего числа дорожно-транспортных происшествий значительная часть (от 46%) происходит в темное время суток, причем последствия этих аварий и количество человеческих жертв превышают по тяжести и материальным издержкам аварии, совершенные в светлое время. Правильная регулировка направления световых пучков и установка, указанных заводами-изготовителями ламп фар, способствует выполнению должных требований по безопасности дорожного движения.

За последнее время при проверке светотехнических характеристик фар автомобилей на требования технического регламента, выявились грубейшие нарушения технической эксплуатации, связанные с изменением конструкции, фотометрии источников света, путём установки газоразрядных ламп, а так же внесением изменений в конструкцию фар путём различных переделок фар (например «праворульных» фар, фар с других автотранспортных средств и с другими техническими характеристиками, а именно:

- в фары, предназначенные для эксплуатации галогенных ламп, устанавливаются лампы конструкции D, а иногда под видом «ксенона» – лампы со спектром бело-синего света с искажением фокусировки луча; [1].

- выполняется переоборудование «ксеноновых» фар ближнего света DC (фары типа «Litronik») с исключением работы фар дальнего света H4 под видом «бифары», когда роль дальнего света выполняет та же фара DC за счет скачкообразного подъёма этой фары выше, до уровня светового потока дальнего света;

- автосалоны, переоборудуют светотехнику фар, установкой модуля типа PES, не исключая из работы ручную корректировку угла наклона фары.

К сожалению, кроме вышесказанного на предприятиях автосервиса даже простая проверка и регулировка света фар выполняется с нарушениями ус-

тановленных требований. Кроме того считается «внесением изменения в конструкцию АТС» если:

- свет фары исходит от непредназначенных источников света. По маркировке фар определяется сличением символики на фаре (фара предназначена для HC или DC, HR или DR, или HRC, или DCVHR и т.д. в зависимости от комплектации и конструкции типа – символика указана на корпусе и (или) на стекле фары) с фактическим светом, используя аппаратуру и визуальное восприятие

- выполнено переоборудование фары без сертификата соответствия;

- коррекция фар с газоразрядными лампами осуществляется вручную а маркировка на фаре указывает на её эксплуатацию с лампами типа H. [2].

Технологические аспекты при контрольно-диагностических работах по проверке соответствия, работоспособности и регулировке фар автомобилей содержатся в техническом регламенте «О безопасности колесных транспортных средств», принятого постановлением Правительства РФ от 10.09.2010 № 7006. [3].

В соответствии с данным нормативным документом вводятся следующие определения:

- "сгруппированные огни" – устройства, имеющие отдельные освещающие (светоизлучающие) поверхности, источники света, но общий корпус;

- "совмещенные огни" – устройства с разными или единичными источниками света, работающие в различных режимах, имеющие полностью или частично общие освещающие (светоизлучающие) поверхности и общий корпус;

- "фары типа DR, DC, DCR" – фары с газоразрядными источниками света категории D дальнего DR-света и ближнего DC-света и 2-режимные (ближнего и дальнего) DCR-света с газоразрядными лампами;

- "фары типа HR, HC, HCR" – фары с галогенными источниками дальнего HR-света и ближнего HC-света и 2- режимные (ближнего и дальнего) HCR света с галогенными лампами; - "фары типа R, C, CR" – фары дальнего R-света и ближнего C-света и 2- режимные (ближнего и дальнего) CR света с лампами накаливания; - "фары типа B" – фары противотуманные.

1. Нормативным документом регламентируются также следующие требования.

1. Не допускаются разрушения и трещины рассеивателей световых приборов и установка дополнительных по отношению к конструкции светового прибора оптических элементов (в том числе бесцветных или окрашенных оптических деталей и пленок). Данное требование не распространяется на оптические элементы, предназначенные для коррекции светового пучка фар в целях приведения его в соответствии с требованиями настоящего технического регламента. [4].

2. Для фар ближнего и дальнего света и противотуманных форма, цвет, размер должны быть одинаковыми, а расположение должно быть симметричным

3. На транспортном средстве не должны устанавливаться фары ближнего света, предназначенные для дорог с левосторонним движением.

4. Фары дальнего света могут включаться либо одновременно, либо попарно. При переключении дальнего света на ближний все фары дальнего света должны выключаться одновременно.

5. Фары ближнего света могут оставаться включенными одновременно с фарами дальнего света. Однако, при наличии фар ближнего света с газоразрядными источниками света, газоразрядные источники света должны оставаться включенными во время включения огня дальнего света.

6. Противотуманные фары должны включаться при включенных габаритных огнях независимо от включения фар дальнего и (или) ближнего света

7. Фары ближнего света, источник света которых представляет собой газоразрядную лампу, должны быть оснащены устройством фарочистки и работоспособным автоматическим корректирующим устройством регулировки угла наклона. [5].

Для обеспечения перечисленных требований проверка фар на СТО, АТП и станциях диагностики должна придерживаться следующей технологической последовательности:

1. Установить автомобиль на пост (ровная площадка с минимальным уклоном в любую сторону 3°), передние колёса должны быть установлены в положение «движение по прямой».

2. Проверить и при необходимости довести до нормы давление в шинах. Данные по нормам давления и размерности шин – находятся на шильде, которая чаще всего располагается на стойке в проёме двери со стороны водителя, или в перчаточном ящике, или на общей шильде, которая может располагаться в видимых местах, когда используются штатные домкрат и запасное колесо.

3. Внешним осмотром определить состояние фар. Рассеиватели фар должны быть чистыми, без сколов (трещины допускаются).

4. Открыть капот двигателя и определить угол наклона фар по отношению к полотну дороги. Угол наклона указан на корпусе фары, или отдельно на шильде, наклеенной на передней панели кузова. (На некоторых микроавтобусах и автомобилях на их базе, угол наклона фар отмечается на общей шильде, которая может располагаться в проёме какой-либо двери.)

5. По маркировке на корпусе и (или) рассеивателе фары определить её комплектность по составу огней, установленных заводом – изготовителем, режима работы огней ближнего и дальнего света, соответствия установленных источников света и их конструктивных особенностей.

6. Закрыть капот и по возможности прожать вручную подвеску автомобиля для её стабилизации. [6].

7. Включить ближний свет фар и установить корректор фар в соответствии их крайнему верхнему положению с учетом конструктивных особенностей устройств коррекции, указанных в руководстве по эксплуатации.

8. Установить перед автомобилем прибор для проверки фар, руководствуясь инструкцией по его эксплуатации и требованиями ГОСТ Р-51709-01, т.е. прибор должен быть отцентрирован при помощи зеркального визира перпендикулярно автомобилю, оптическая ось фары и центр линзы прибора должны совпадать и находится друг от друга на расстоянии 25-35 мм.

9. Установить на приборе положение экрана, соответствующему углу наклона проверяемых фар.

10. Проверить положение луча ближнего света фары, определяя по прибору границы «света-тени». При несоответствии «света-тени» заданному углу наклона, рукояткой перемещения экрана прибора совместить границу светового пятна пучка с контрольной линией экрана прибора. Считать показания шкалы прибора.

11. Повторить операции п.п. 6,7,8 для проверки другой фары.

12. Установить корректор фар в крайнее нижнее положение фар.

13. Проверить направление светового пучка каждой фары, при этом разность по углу наклона световых пучков фар не должна превышать значений установленных ГОСТ Р -51709-01, т.е. +/- 0,05 % как по горизонтальному так и по вертикальному угловому отклонению. Линия излома «света-тени» должна четко фиксироваться по всей плоскости экрана.

14. Установить корректор фар, соответствующему крайнему верхнему их положению. Включить дальний свет и проверить его направление на каждой фаре.

Рассмотрим конструктивные особенности устройств вертикальной коррекции фар. Устройства коррекции угла наклона света фар (за исключением автоматического управления) приводятся в действие с места водителя и имеют фиксатор положения базовой установки по которой выполняется проверка и регулировка требуемых углов наклона.

Гидромеханические системы (автомобили семейства ВАЗ) работают по принципу передачи давления/разряжения жидкости по соединительным шлангам от ручного переключателя. На некоторых иномарках в системе присутствуют датчики уровня. Непосредственно в фаре находится элемент механического привода, который воздействует на перемещение отражателя фары. Степень регулировки соответствует количеству перетекающей жидкости. Основным недостатком системы является утечка жидкости, заклинивание исполнительного штока, трудность восстановления работоспособности и по истечению срока эксплуатации рассогласованность в показаниях на различных углах наклона правой и левой фар. В вакуумных системах ручной переключатель (или датчики уровня) модулирует вакуум от впускного коллектора (или трубопровода) и передает его к устройству регулировки. Таким образом, получается необходимая степень регулирования. Перед проверкой и регулировкой фар следует убедиться в наличии такой системы и работу выполнять при заведенном двигателе.

К недостаткам системы относится некоторое различие отклонений коррекции при различных оборотах двигателя, которое выравнивается при по-

стоянстве работы двигателя. В электрических системах применяются электродвигатели с зубчатым редуктором, который часто совмещен с «ручной» регулировкой. Система управляется с помощью переключателя с места водителя или аксиальными датчиками. К недостаткам системы следует отнести неисправности в электронной коммутации приводных электродвигателей и повреждения пластмассовых шестерён приводных редукторов. Автоматическое управление коррекции фар применяется чаще всего, когда фары оснащаются газоразрядными лампами. Обычно датчики уровня различных систем передают информацию на электронный блок управления, который приводит в действие исполнительные механизмы фар. Определить такую конструкцию можно по наличию «ксенона» и отсутствию «ручной» корректировки фар, а также по бирке на фаре или её защитном козырьке, где указывается предупредительный символ наличия высокого напряжения. В тоже время на большинстве таких фар присутствует на фаре регулировочные винты для их базовой установки. Проверка указанных фар осуществляется при заведенном двигателе с положением передних колес «движение по прямой».

Для выполнения работ по диагностике и регулированию фар с целью обеспечения качества диагностических работ, а также выявления несанкционированных внесений изменений в конструкцию фар приведем сконцентрированные необходимые сведения для экспертов и операторов станций технического контроля и предприятий, занятых техническим обслуживанием, ремонтом светотехнических приборов автомобилей.

Список литературы

1. Авдеев, М.В. Технология ремонта машин и оборудования. [Текст] М.В. Авдеев – М.: Агропромиздат, 2007. – 106 с.
2. Бутаков, Н.С. Комплекс для изучения конструкции и технологии проверки внешних световых приборов автомобиля [Электронный ресурс] / Н.С. Бутаков // Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleks-dlya-izucheniya-konstruktsii-i-tehnologii-proverki-vneshnih-svetovyh-priborov-avtomobilya> (дата обращения 23.04.2019).
3. Журавок, А.А. Адаптивные оптические системы светотехнического оборудования транспортных средств [Электронный ресурс] /А.А. Журавок // Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/adaptivnye-opticheskie-sistemy-svetotekhnicheskogo-oborudovaniya-transportnyh-sredstv> (дата обращения 26.04.2019).
4. Напольский, Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания. [Текст] / Г.М. Напольский //– М.: Транспорт, 1993. – 271 с.
5. Тахтамышев, Х.М. Оптимизация мощности автосервисных предприятий при различных формах организации труда [Текст] / Х.М. Тахтамышев // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2014. – Т. 9. – № 19 (146). – С.70.
6. Технический регламент о безопасности колёсных транспортных средств. (с изменениями, предусмотренными постановлением Правительства Российской Федерации от 10 сентября 2010 г. № 706 « внесении изменений в технический регламент о безопасности колесных транспортных средств»).
7. Петров В.И. Перспективные направления развития систем головного освещения автотранспортных средств / Козликин В.И. // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ – 2018): сб. статей. – Курск, 2018. – С. 185–189.

8. Петров В.И. Применение адаптивных фар в системе головного освещения автомобиля // Современные материалы техника и технологии (САМИТ - 2019): сб. статей. – Курск, 2019. – С. 138–144.

ВОЗМОЖНОСТИ ПОДХОДОВ, СВЯЗАННЫХ С СИСТЕМОЙ КОНТРОЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ В ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ

Питолин Михаил Владимирович, доцент

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

*Воронежский институт министерства внутренних дел,
г. Воронеж, Россия*

В работе проводится обсуждение вопросов управления данными для технических систем.

Ключевые слова: техническая система, управление, развитие.

Имеющаяся статистика свидетельствует, что с каждым годом риск нарушения безопасности критически важных объектов (КВО) на территории РФ возрастает. Последствия от этих нарушений могут быть непредсказуемыми. Для снижения риска должны проводиться организационно-технические мероприятия, направленные на повышение безопасности нормального функционирования КВО [1, 2]. Эти организационно – технические мероприятия направлены на решение следующих задач: охрана материально - технических ресурсов и информации, которые содержат информацию ограниченного распространения на конкретном объекте [3]; охрана внешнего периметра КВО; соблюдение норм по контрольно - пропускному и внутриобъектовому режиму охраны на КВО; охрана рассматриваемых объектов от несанкционированного доступа (НСД) (на территорию, контролируемые помещения и т. п.) нарушителя заданной категории; контроль по перемещению на территории КВО обслуживающего персонала; контроль по перемещению имущества на территории КВО и за его пределами.

С этой целью на КВО вводится дополнительный штат обслуживающего персонала в качестве военизированной ведомственной охраны (ВВО). Перед ВВО обычно поставлены следующие задачи: обнаружение, предупреждение, запрещение несанкционированного проникновения [4, 5] на КВО; контроль за выносом наиболее ценного имущества за пределы КВО; контроль за использованием наиболее ценного имущества обслуживающим, устройства контроля за функциональным состоянием инженерных преград (датчики различных типов); сетевое оборудование; подсистема электропитания, в т.ч. аварийное электропитание; компьютеры для управления системой контроля управления данными (СКУД) с соответствующим программным обеспечением верхнего уровня (настройка, мониторинг и оперативное управление правами доступа обслуживающего персонала объекта);

сервисное оборудование, служащее для контроля, обновления, перепрограммирования идентификаторов и считывателей и др.

К числу негативных ситуаций, которые могут возникать на конкретном КВО, следует отнести следующие:

- полное прекращение функционирования объекта;
- временное прекращение функционирования объекта;
- снижение производственных мощностей объекта;
- запрещение (ввод ограничений) государством выполнения объектом основной функции вследствие оказания им вреда окружающей среде;
- навязывание объекту выполнения несвойственных ему функций в интересах нарушителей;
- потеря вырабатываемой продукции;
- потеря технологического оборудования и др.

Причиной многих ошибок при проектировании программно - технических систем обеспечения безопасности КВО является человеческий фактор. Для сведения к минимуму влияния человеческого фактора на появление возможных ошибок при проектировании рассматриваемых систем должны применяться достаточно строгие математические модели, описывающие функционирование этих систем [6, 7] безопасности с учетом предполагаемых моделей нарушителей и угроз с привязкой к данному объекту. Представляет интерес задача разработки подсистемы ввода и контроля идентификационных признаков, входящей в состав СКУД КВО. Существует достаточно большое разнообразие беспроводных технологий, разработанных для тех или иных целей с вытекающими из этого конкретными характеристиками: Wi-Fi, Z-Wave, ZigBee, RFID (Radio Frequency Identification – радиочастотная идентификация). Технология Wi-Fi с точки зрения компонентов СКУД (контроллеров, компьютеров) это полный аналог проводного Ethernet. Для подключенных к беспроводным коммутаторам устройств оповещения и датчиков нет отличий одной среды передачи от другой. ZigBee изначально разрабатывалась как низкоскоростной канал связи для объединения в сеть [8] различных датчиков. Применительно к СКУД это могут быть датчики охранной и пожарной сигнализации. Распространение технологии ZigBee позволит использовать в СКУД практически любые датчики на выбор. Благодаря наличию стандартных профилей (спецификации наборов команд и протоколов обмена) для конкретных приложений в области систем безопасности гарантируется совместимость оборудования разных производителей.

Данная технология применяется для соединения центрального узла с распределенной по территории периферией, причем за счет включения в систему ретрансляторов территория покрытия может быть весьма большой, что особенно важно для СКУД КВО. Однако канал связи на основе технологии ZigBee имеет небольшую скорость передачи данных и небольшую дальность.

Список литературы

1. 1.Львович Я.Е., Преображенский Ю.П., Паневин Р.Ю. Адаптивное управление марковскими процессами в конфликтной ситуации // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2008. Т. 4. № 11. С. 170-171.
2. 2.Казаков Е.Н. Разработка и программная реализации алгоритма оценки уровня сигнала в сети wi-fi // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2016. № 1 (12). С. 13.
3. 3.Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Методика прогнозирования радиолокационных характеристик объектов в диапазоне длин волн с использованием результатов измерения характеристик рассеяния на дискретных частотах // Системы управления и информационные технологии. 2004. № 2 (14). С. 98-101.
4. 4.Ермолова В.В., Преображенский Ю.П. Методика построения семантической объектной модели // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 87-90.
5. 5.Зяблов Е.Л., Преображенский Ю.П. Разработка лингвистических средств интеллектуальной поддержки на основе имитационно-семантического моделирования // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2009. № 5. С. 024-026.
6. 6.Паневин Р.Ю., Преображенский Ю.П. Структурные и функциональные требования к программному комплексу представления знаний // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 061-064.
7. 7.Преображенский Ю.П. Разработка методов формализации задач на основе семантической модели предметной области // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 075-077.
8. 8.Засулин А.В., Преображенский Ю.П. Особенности построения семантических моделей предметной области // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 026-028.
9. Организация построения информационных систем обеспечения управления высшим учебным заведением/ Николаев В.Н., Титова Г.С.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 1. С. 245-249.
10. Оценка эффективности локальной вычислительной сети при решении главной и обеспечивающих задач/ Николаев В.Н., Рогатин С.И., Коломиец Е.А., Атакишев О.И.// Известия Юго-Западного государственного университета. 2019. Т. 23. № 2. С. 174-185.
11. Организация инфраструктуры производства базовых информационных ресурсов научно-промышленного предприятия/ Николаев В.Н., Макарьин И.В.// Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2013. № 1. С. 93-100.
12. Модель оценки надежности пропускной способности двухуровневой системы обработки геопространственной информации коллективного пользования/ Николаев В.Н.// Системы управления и информационные технологии. 2006. № 3 (25). С. 23-26.
13. Метод управления технико-экономическими ресурсами телекоммуникационной инфраструктуры геоинформационной системы предприятия/ Николаев В.Н., Мяснянкина Д.В.// Телекоммуникации. 2014. № 11. С. 34-38.
14. Геоинформационные системы и информационные технологии в телекоммуникациях/ Николаев В.Н.// Телекоммуникации. 2016. № 5. С. 38-41.

ОБ УПРАВЛЕНИИ МАРШРУТИЗАЦИЕЙ В ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ**Питолин Михаил Владимирович, доцент***(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)**Воронежский институт министерства внутренних дел,
г.Воронеж, Россия*

Работа направлена обсуждение вопросов управления маршрутизацией в компьютерных сетях.

Ключевые слова: информационно-телекоммуникационная сеть, управление.

По мере роста информационно - телекоммуникационных сетей (ИТКС) проблема решения задач оптимальной маршрутизации становится все более актуальной. В одной и той же сети более оптимальная маршрутизация способна обеспечить более высокое качество обслуживания, например, минимизировать время задержки передачи данных, время установления связи и время восстановления связи при разрыве соединения.

Кроме того, за счет маршрутизации может обеспечиваться повышение помехозащищенности путем построения нескольких независимых маршрутов передачи данных [1, 2]. Для этого сообщение кодируется при помощи помехоустойчивого кода [3, 4] и делится на n пакетов так, что его достоверно можно восстановить, как минимум, из k пакетов. Каждая часть отправляется по своему маршруту. При разрыве одного маршрута информация продолжает идти по другим. После получения пакеты декодируются, и восстанавливается исходное сообщение.

В настоящее время разработано достаточно большое количество протоколов, позволяющих осуществлять маршрутизацию в той или иной ИТКС. Большинство из протоколов опирается на некое значение – длину маршрута или маршрутную метрику. В качестве метрики, например, наиболее часто принимается количество ретрансляций на протяжении маршрута. Однако, существуют протоколы, которые включают в метрику такие параметры как пропускная способность канала или количество ошибок в канале. Очевидно, что для повышения эффективности маршрутизации, необходимо иметь наиболее полную информацию об узлах связи и каналах связи между ними [5, 6]. Учет всех параметров в явном виде обуславливает необходимость формализации этой задачи в виде задачи многокритериальной оптимизации, для решения которой требуются значительные вычислительные ресурсы. С целью снижения вычислительной сложности предлагается объединять параметры узлов и каналов, влияющих на принятие решения по построению маршрута в обобщенную маршрутную метрику, то есть фактически сводить многокритериальную по своей сути задачу к однокритериальной задаче путем построения обобщенного критерия (метрики). При этом большинство протоколов маршрутизации требуют, чтобы в

обобщенных критериях параметры были объединены в точное аналитическое выражение для принятия решения по маршрутизации пакетов данных. Однако практически невозможно разработать точную математическую модель работы сети, чтобы получить точную формулу для оценки маршрутов. Поэтому большинство существующих протоколов маршрутизации учитывают только один, доминирующий критерий из набора возможных. Недостаток такого подхода связан, прежде всего, с тем, что выбор маршрута, оптимального по одному доминирующему критерию может привести к тому, что другие частные критерии, например, доля потерянных пакетов и т. п., могут принять недопустимо большие значения. Недостатком обобщенного критерия является его возможность маскировать внутренние технические противоречия при выборе оптимального маршрута [7]. В этом случае, например, при минимизации величины средней задержки доля потерянных пакетов [8] для всей сети в целом может оказаться недопустимо большой [9]. Одним из путей повышения эффективности существующих методов маршрутизации является подход на основе использования методов принятия решений. Среди этих методов большой интерес для формирования маршрутной метрики вызывают различные модификации метода анализа иерархий (МАИ) и методы теории нечетких множеств (НМ) и нечеткой логики (НЛ). На сегодняшний день применение этих методов для решения задач маршрутизации исследовано не достаточно полно.

МАИ построен на основе парных сравнениях альтернативных вариантов по различным критериям с использованием девятибалльной шкалы отношений и последующим ранжированием набора альтернатив по всем критериям и целям. Из-за ошибочного задания исходных данных возникает риск выбора неверного или не самого эффективного маршрута. Для уменьшения влияния ошибок из-за приближенных оценок целесообразно применять прямое вычисление собственных векторов и собственных значений матрицы, используя соответствующим образом адаптированные для данной задачи вычислительные методы.

Список литературы

1. Преображенский А.П. О применении расчетно-экспериментального подхода при исследовании распространения волн wi-fi внутри помещения // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 71-72.
2. Преображенский Ю.П. Применение программных средств для повышения защищенности компьютерных систем // В сборнике: Проблемы и перспективы развития России: Молодежный взгляд в будущее Сборник научных статей Всероссийской научной конференции. В 4-х томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2018. С. 76-78.
3. Преображенский А.П. Анализ методов кодирования разных видов информации // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 74-77.
4. Lvovich I.Ya., Preobrazhensky A.P., Choporov O.N. Analysis of potential of error-correcting capabilities of codes // Life Science Journal. 2013. Т. 10. № 4. С. 830-834.
5. Lvovich I.Ya., Preobrazhenskiy A.P., Choporov O.N., Kaydakova K.V. The analysis of scattering electromagnetic waves with use of parallel computing // В сборнике: 2015 In-

ternational Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2015 - Proceedings 2015. С. 7147133.

6. Преображенский А.П. Методы прогнозирования характеристик рассеяния электромагнитных волн // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2014. № 1 (4). С. 3.

7. Преображенский Ю.П. Проблемы кодирования информации в каналах связи // В сборнике: Современные инновации в науке и технике Сборник научных трудов 8-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2018. С. 180-182.

8. Преображенский Ю.П. Применение методов интерполяции при обработке сигналов в современных информационных системах // В сборнике: Перспективное развитие науки, техники и технологий Сборник научных статей материалы 8-й Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2018. С. 147-150.

9. Преображенский Ю.П. Рассеяние радиоволн на сложных объектах // В сборнике: Современные инновации в науке и технике Сборник научных трудов 8-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2018. С. 191-194.

10. Подход к оценке эффективности создания инновационной геоинформационной продукции/ Николаев В.Н., Горбатенко С.А., Зайцев С.А., Толстолыткин А.В., Шуклина А.А.// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2015. № 5 (10). С. 29-34.

11. Информационная система обеспечения управления образовательным медицинским учреждением/ Николаев В.Н., Гранкин А.Н., Алябьев И.В.// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2015. № 5 (10). С. 24-29.

12. Модель организации технико-экономических ресурсов инновационного предприятия/ Николаев В.Н., Дорохов Д.С., Толбин А.Э.// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2017. № 4. С. 59.

13. Методология управления развитием научно-производственных предприятий на основе контроллинга/ Кузьмин Г.В., Николаев В.Н., Рогатин С.И.// Курск, 2019.

14. Модели и методы управления внутренним конкурентным потенциалом вуза/ Николаев В.Н., Ткаченко К.А.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 1. С. 124-129.

15. Организация инфраструктуры системы управления инновациями высшего учебного заведения/ Вертакова Ю.В., Николаев В.Н.// Известия Юго-Западного государственного университета. 2011. № 6-1 (39). С. 37-41.

СОСТАВЛЯЮЩИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА И РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Преображенский Юрий Петрович, профессор

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Воронежский институт высоких технологий, г. Воронеж, Россия

В статье рассматриваются некоторые компоненты, входящие в состав автоматизированных систем.

Ключевые слова: автоматизация, система, анализ, решение.

Автоматизированная система (АС) анализа и решения задач может дать пользователю возможность самостоятельной разработки программных средств (ПС), решающих типовые задачи предметной области без привлечения пользователя-специалиста, владеющего навыками программирования.

Для этих целей авторами разрабатывается автоматизированная система для решения типовых задач предметной области с использованием оптимальных модульных структур [1, 2]. Под модулем понимается совокупность функций, реализующих типовую задачу. Модуль автономен, то есть допускает возможность своего использования независимо от других. Рассмотрим структуру этой системы. В общем случае систему можно описать как совокупность информационных элементов, соответствующих предметной области [3, 4].

Разрабатываемая АС осуществляет преобразование входных переменных (типовая задача, сформулированная пользователем) в выходные значения (программное средство, реализующее оптимальную модульную структуру). Соответственно, разрабатываемая АС является функциональной. Рассмотрим основные структурные элементы разрабатываемой АС. Среди них можно выделить три основных блока: ввод задачи, решение и верификация. Блок «Ввод постановки задачи» осуществляет формализованную постановку пользователем задачи, решаемой с использованием описываемой автоматизированной системы. В этом блоке задача вводится в соответствии с заранее определенным шаблоном, состоящим из трех частей: исходные данные, преобразования и выходные результаты. Также в этом блоке дается возможность ввода значений тестовой задачи, которая используется в блоке «Верификация» для проверки найденного решения.

Исходные данные представляют собой список входных параметров решаемой задачи. Для каждого параметра определяется тип (число, текст и т.д.), имя (используемое непосредственно при разработке) и имя на естественном языке (используется для взаимодействия с пользователем). Преобразования используются с учетом списка операций, доступных и заранее определенных для данной предметной области и с использованием стандартных конструкций языков программирования вида ЕСЛИ, ПОКА и т.д.. В этом блоке обязательно хотя бы однократное использование всех выход-

ных переменных в левой части операции присваивания или в качестве переменной, в которой сохраняется результат выполнения функции (иными словами, все выходные переменные должны быть определены).

Также на этом этапе вводятся ограничения и условия для решаемой задачи. Например, это могут быть максимальные или минимальные допустимые значения выходных параметров.

Выходные результаты представляют собой список выходных параметров решаемой задачи (для каждого определяются имя и тип) и форму их представления (например, текстовое [5, 6] или графическое).

На этапе решения задачи с учетом введенных ранее условий и ограничений осуществляется построение дерева модулей, используемых для решения задачи.

Для построенного дерева решается оптимизационная задача, позволяющая найти оптимальное сочетание модулей, используемых для решения сформулированной пользователем задачи. Для этого используются критерии оптимизации, наиболее значимые для данной предметной области. Данными критериями, например, могут быть минимальное число используемых модулей или минимальное число переключений между модулями [7]. В блоке «Верификация» используется тестовая задача, введенная вместе с исходными данными. На вход полученного решения подается тестовый набор данных, и оцениваются полученные значения.

В случае если построенная структура не удовлетворяет заданным требованиям, то АС должна принять одно из решений, определяющих дальнейший ход разработки. Такими решениями могут быть: переопределение структуры ПС, переопределение используемых функций или переформулировка постановки задачи.

В случае принятия решения о переопределении структуры ПС существуют два дальнейших пути: перестроение графа используемых модулей или поиск в ранее построенном графе другого, в данном случае пути между вершинами, соответствующими исходному (набору входных данных) и конечному (набору выходных данных) состояниям системы.

В случае принятия решения о переопределении функции необходимо оценить отклонения выходных значений каждой функции, используемой в ПС, и для одной (или нескольких) из них с наибольшим отклонением создать альтернативную реализацию, полностью соответствующую прототипу по входным и выходным данным. В таком случае реализованная альтернативная реализация может использоваться в дальнейшем, тем самым повышая возможность повторного использования и измененного модуля, и АС в целом.

При принятии решения о переформулировке постановки задачи процесс построения ПС начинается сначала.

Список литературы

1. Львович Я.Е., Питолин А.В., Сорокин С.О. Оптимизация проектирования многоаспектной цифровой среды системы однородных объектов на основе процедур деком-

позиции и агрегации // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 186-195.

2. Кизим А.В., Матохина А.В., Кравец А.Г., Мединцева И.П. Программный комплекс поддержки модернизации технических систем // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 311-324.

3. Львович И.Я., Преображенский А.П., Родионова К.Ю. Разработка подсистемы САПР для проектирования средних характеристик рассеяния объектов // Фундаментальные исследования. 2013. № 4-4. С. 823-826.

4. Даценко Н.В., Горбатенко С.А., Горбатенко В.В. Адаптивная автоматизированная система как средство дифференциации обучения при подготовке специалистов в области информационных технологий // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 382-390.

5. Львович И.Я., Кравцова Н.Е., Чупринская Ю.Л. Особенности решений для обработки текстовых данных // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 89-92.

6. Шапаев А.В., Юдаков Д.А., Часовской А.А. Проблемы поиска текстовой информации в больших объемах данных // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 113-115.

7. Русанов П.И., Юрочкин А.Г. Проблемы сетевого моделирования // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 64-66.

8. Организация построения информационных систем обеспечения управления высшим учебным заведением/ Николаев В.Н., Титова Г.С. // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 1. С. 245-249.

9. Оценка эффективности локальной вычислительной сети при решении главной и обеспечивающих задач/ Николаев В.Н., Рогатин С.И., Коломиец Е.А., Атакишев О.И. // Известия Юго-Западного государственного университета. 2019. Т. 23. № 2. С. 174-185.

10. Организация инфраструктуры производства базовых информационных ресурсов научно-промышленного предприятия/ Николаев В.Н., Макарьин И.В. // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2013. № 1. С. 93-100.

11. Модель оценки надежности пропускной способности двухуровневой системы обработки геопространственной информации коллективного пользования/ Николаев В.Н. // Системы управления и информационные технологии. 2006. № 3 (25). С. 23-26.

12. Метод управления технико-экономическими ресурсами телекоммуникационной инфраструктуры геоинформационной системы предприятия/ Николаев В.Н., Мяснякина Д.В. // Телекоммуникации. 2014. № 11. С. 34-38.

13. Геоинформационные системы и информационные технологии в телекоммуникациях/ Николаев В.Н. // Телекоммуникации. 2016. № 5. С. 38-41.

ПОСТРОЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Преображенский Юрий Петрович, профессор

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Воронежский институт высоких технологий, г. Воронеж, Россия

Работа связана с анализом построения информационных интеллектуальных систем.

Ключевые слова: интеллектуальные информационные системы, анализ.

Системы поддержки принятия решений (СППР) являются системами, которые связаны с возможностями ввода, хранения и осуществления процессов анализа данных, которые будут связаны с определенной предметной областью, для того, чтобы проводить поиска по решениям [1].

Каждая из мощных современных технологий по-своему рассматривает одни и те же данные и предоставляет конечные результаты на дальнейшее рассмотрение, совместное же использование взаимно дополнит друг друга и расширит возможности аналитиков [2, 3].

Поэтому применение OLAP, ГИС и Data Mining в рамках единого научно-практического подхода позволит получить более целостную картину анализируемых процессов.

В последние годы, на кафедре САПР ПГУ велись разработки по интеграции технологий OLAP, DataMining и ГИС в рамках единого научно-практического подхода [4, 5].

Одним из практических результатов такой интеграции стала автоматизированная информационно-аналитическая система мониторинга образования – «Мониторинг образования».

Она предназначена для создания и управления информационными потоками, сбора, анализа и обработки данных на основе статистических данных, получаемых от общеобразовательных учреждений.

На первом этапе работы системы первичные данные собираются из различных источников [6, 7] и помещаются в многомерную базу данных, работа с которой происходит средствами OLAP.

Отличительной особенностью предлагаемого подхода является возможность централизованного хранения и анализа статистики различной отраслевой принадлежности: образование, здравоохранение, культура, социально-экономические факторы и др.

Фактически это система управления [8, 9] межотраслевой МБД, которая позволяет гибким образом осуществлять запросы, делать выборки параметров и представлять их в табличном и графическом виде.

Данная технология позволяет быстро и наглядно выполнить построение любых информационных [10] и тематических срезов из огромного многомерного хранилища информации.

На втором этапе полученные срезы анализируются средствами Data Mining различными методами, выявляя корреляции и закономерности между произвольно выбранными параметрами. Затем на третьем этапе происходит пространственный анализ и визуализация результатов

Использование современных информационных технологий позволит повысить оперативность, обоснованность и качество принимаемых управленческих решений.

Планируется дальнейшее развитие данной тематики в направлениях автоматизации процесса создания тематических карт для лиц принимающих решения, создания клиент-серверных приложений для работы с многомерной базой данных, применение модулей пространственного анализа для учета межотраслевых взаимодействий.

Список литературы

1. Кизим А.В., Матохина А.В., Кравец А.Г., Мединцева И.П. Программный комплекс поддержки модернизации технических систем // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 311-324.
2. Преображенский А.П. О возможностях ускорения вычислений при решении задач // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 67-68.
3. Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Построение многокритериальной модели работы предприятия // Наука Красноярья. 2017. Т. 6. № 3-4. С. 183-188.
4. Львович И.Я., Кравцова Н.Е., Чупринская Ю.Л. Особенности решений для обработки текстовых данных // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 89-92.
5. Кострова В.Н., Цепковская Т.А. Проблемы моделирования беспроводных сетей // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 61-63.
6. Русанов П.И., Юрочкин А.Г. Проблемы сетевого моделирования // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 64-66.
7. Шапаев А.В., Юдаков Д.А. О характеристиках прогнозирующих алгоритмов // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 67-69.
8. Шапаев А.В., Юдаков Д.А., Часовской А.А. Проблемы поиска текстовой информации в больших объемах данных // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 113-115.
9. Даценко Н.В., Горбатенко С.А., Горбатенко В.В. Адаптивная автоматизированная система как средство дифференциации обучения при подготовке специалистов в области информационных технологий // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 382-390.
10. Львович Я.Е., Питолин А.В., Сорокин С.О. Оптимизация проектирования многоаспектной цифровой среды системы однородных объектов на основе процедур декомпозиции и агрегации // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 186-195.
11. Организация построения информационных систем обеспечения управления высшим учебным заведением/ Николаев В.Н., Титова Г.С.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 1. С. 245-249.
12. Оценка эффективности локальной вычислительной сети при решении главной и обеспечивающих задач/ Николаев В.Н., Рогатин С.И., Коломиец Е.А., Атакишев О.И.// Известия Юго-Западного государственного университета. 2019. Т. 23. № 2. С. 174-185.

13. Организация инфраструктуры производства базовых информационных ресурсов научно-промышленного предприятия/ Николаев В.Н., Макарын И.В.// Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2013. № 1. С. 93-100.

14. Модель оценки надежности пропускной способности двухуровневой системы обработки геопропространственной информации коллективного пользования/ Николаев В.Н.// Системы управления и информационные технологии. 2006. № 3 (25). С. 23-26.

15. Метод управления технико-экономическими ресурсами телекоммуникационной инфраструктуры геоинформационной системы предприятия/ Николаев В.Н., Мяснякина Д.В.// Телекоммуникации. 2014. № 11. С. 34-38.

16. Геоинформационные системы и информационные технологии в телекоммуникациях/ Николаев В.Н.// Телекоммуникации. 2016. № 5. С. 38-41.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЛАЗЕРНОГО УПРОЧНЕНИЯ ТИТАНОВЫХ И ЦИРКОНИЕВЫХ ОБРАЗЦОВ

Проскуряков Виталий Игоревич, ассистент

Родионов Игорь Владимирович, д.т.н. профессор, заведующий кафедрой «Сварка и металлургия»

Новиков Максим Владимирович, магистрант

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

В работе представлены результаты исследования процесса лазерного упрочнения титанового сплава ВТ6 и циркония марки Э110. Установлено, что импульсное воздействие лазерным излучением приводит к повышению микротвердости обрабатываемой поверхности, а также к формированию упрочненного приповерхностного слоя толщиной до 55 мкм для титановых образцов и толщиной до 30 мкм для образцов из циркония. Проведен сравнительный анализ зависимости режимов лазерной обработки на величину микротвердости и толщину зоны термического упрочнения обрабатываемых металлических материалов.

Введение

Титан, цирконий и сплавы на их основе благодаря повышенным прочностным характеристикам, коррозионной стойкости, высокой биосовместимости, низкой теплопроводности широко применяются в химическом, машиностроительном, приборостроительном производствах, медицинской технике и других отраслях промышленности как в России, так и за рубежом [1-4].

Однако основным недостатком титана и циркония являются низкие механические свойства поверхности, например, выносливость в условиях воздействия на изделие периодических нагрузок [5]. Этот фактор в значительной мере препятствует расширению спектра применения данных материалов. В этой связи становится актуальной задача повышения механических характеристик поверхности титана и циркония.

Известно множество способов упрочнения металлических поверхностей, в частности, для циркония и титана, применяются такие известные спосо-

бы, как электроискровое легирование, ионно-плазменное азотирование, цементация, газотермическое оксидирование и т.д. [6-12].

В настоящее время наибольшую популярность набирает технология импульсной обработки металлов лазерным излучением. Её актуальность обосновывается возможностью локальной обработки отдельных участков поверхности, варьированием свойствами в большом диапазоне, автоматизацией технологического процесса, а также относительно низким количеством затрачиваемых энергоресурсов [9].

В результате лазерной обработки в зоне воздействия импульса происходят высокоскоростная фазовая перекристаллизация, сопровождающаяся изменением физико-механических свойств обрабатываемой поверхности, а также закалка тонкого наружного и приповерхностного слоя металла [10]. Однако остается не до конца изученным вопрос структурно-фазовых превращений титана и циркония в результате лазерного упрочнения.

В связи с этим целью работы являлось исследование процесса и сравнительный анализ влияния лазерного упрочнения титанового сплава ВТ6 и циркония марки Э110 на прочностные характеристики их поверхности.

Методика эксперимента

Исследования проводили на образцах титанового сплава марки ВТ6 и циркония марки Э110, которые имели форму пластин размерами 10×10×3 мм. Образцы подвергали предварительному шлифованию влажной наждачной бумагой зернистостью Р3000.

Образцы очищали от технологических загрязнений методом ультразвуковой очистки с использованием ванны «Кристал-2.5» в водном растворе этилового спирта в течение 20 min.

Лазерную обработку проводили на автоматизированной установке для термофизической когерентной модификации поверхности LRS-50A, при напряжении импульса U 400 В и длительностью τ импульсного воздействия 1, 1,5 и 2 ms. Луч фокусировался в пятно диаметром 1 мм. Сканирование поверхности осуществлялось при частоте следования импульсов излучения 10 Hz и коэффициенте перекрытия 0.1.

Микротвердость измерялась с использованием твердомера ПМТ-3М с индентором Виккерса при нагрузке на индентор 50, 100 и 200 грамм (g). Статистическую обработку результатов исследования проводили с использованием программы DataFit 9.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследований показали, что микротвердость поверхности титановых образцов увеличивается после процесса лазерной обработки с $1.4 \pm 0,1$ GPa до $12 \pm 0,1$ GPa, а циркония - с $2 \pm 0,1$ GPa до $19 \pm 0,1$ GPa (таблица 1).

Таблица 1 - Результаты измерения микротвердости поверхности титановых и циркониевых образцов после лазерной обработки

Образец (№)	Длительность Импульсного воздействия (τ)	Нагрузка (g)	Микротвердость (GPa)
Zr-1	1	50	$8 \pm 0,1$
	1	100	$10 \pm 0,1$
	1	200	$12 \pm 0,1$
Zr-2	1.5	50	$11 \pm 0,1$
	1.5	100	$8 \pm 0,1$
	1.5	200	$19 \pm 0,1$
Zr-3	2	50	$7 \pm 0,1$
	2	100	$10 \pm 0,1$
	2	200	$12 \pm 0,1$
Ti сплав-1	1	50	$6 \pm 0,1$
	1	100	$7 \pm 0,1$
	1	200	$14 \pm 0,1$
Ti сплав-2	1.5	50	$8 \pm 0,1$
	1.5	100	$6 \pm 0,1$
	1.5	200	$13 \pm 0,1$
Ti сплав-3	2	50	$6 \pm 0,1$
	2	100	$8 \pm 0,1$
	2	200	$12 \pm 0,1$

Также были проведены измерения микротвердости поперечных микрошлифов исследуемых образцов. Установлено, что при заданных режимах работы лазера в приповерхностном слое металла образуется зона термического упрочнения (зона лазерной закалки), твердость которой в среднем составляет 4 GPa у титановых образцов и 8 GPa у образцов из циркония. Следует отметить, что значение микротвердости не упрочненного участка поверхностного слоя не превышает 2 GPa как для титановых образцов, так и для циркониевых.

В ходе экспериментов были установлены зависимости толщины зоны термического упрочнения от режимов работы лазера. По полученным результатам измерения были построены эмпирические модели зависимости толщины упрочненного поверхностного слоя титанового сплава (рисунок 1, а) и циркония (рисунок 1, б) от параметров работы лазерной установки, в частности, от длительности импульсного воздействия.

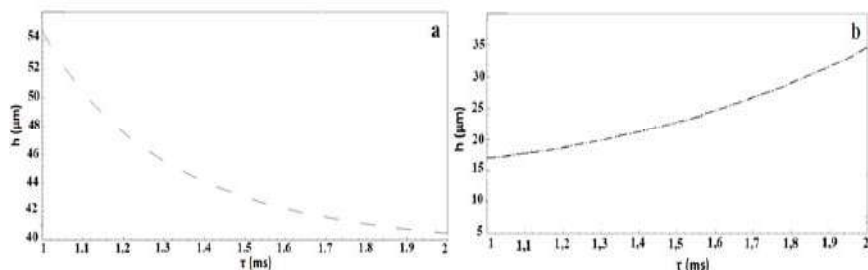


Рисунок 1. Зависимость толщины зоны термического упрочнения титановых (а) и циркониевых (б) образцов после лазерной обработки от длительности импульсного воздействия τ

На построенных моделях зависимости видно, что толщина приповерхностного упрочненного слоя титановых образцов (рисунок 1, а) уменьшается с увеличением длительности импульса, а для циркония наоборот, значение толщины зоны закалки возрастает.

На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что в результате лазерной обработки, при определенных режимах работы лазерной установки происходит упрочнение поверхности титановых образцов до $14 \pm 0,1$ GPa и циркония до $19 \pm 0,1$ GPa. Также установлено, что упрочнение обрабатываемой лазерным излучением поверхности сопровождается образованием в приповерхностном слое зоны термического упрочнения (слоя закалки), микротвердость которой значительно выше основы металла.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках государственного задания образовательным организациям высшего образования, подведомственным Минобрнауки РФ (проект № 11.1943.2017/4.6).

Список литературы

1. Родионов И.В., Бутовский К.Г. Морфологические характеристики оксидных биопокровов, получаемых паротермическим оксидированием костных титановых имплантатов // Технологии живых систем. – 2006. – Т. 3. – № 5-6. – С. 66-73.
2. Родионов И.В., Бутовский К.Г. Коррозионное поведение оксидных биопокровов костных титановых имплантатов, получаемых паротермическим оксидированием // Технологии живых систем. – 2006. – Т. 3. – № 5-6. С. 74-78.
3. Проскуряков В.И., Мезенцов С.А., Родионов И.В. Структура и твердость поверхности циркония после лазерной модификации // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2019. – Т. 15. № 3 (171). С. 130-133.
4. Proskuryakov V.I., Rodionov I.V., Koshuro V.A. Studying Changes in the Microhardness of a Zirconium Surface Modified by Laser Processing // Technical Physics Letters. Vol. 45. No. 3, 2019. pp. 263-266.
5. Васильев М.А., Нищенко М.М., Гурин П.А. Лазерная модификация поверхности титановых имплантатов // Успехи физики металлов. – 2010. – Т. 11. – С. 209-247.

6. Родионов И.В. Коррозионные потенциалы различных видов поверхностей стальных ортопедических остеофиксаторов в физиологическом растворе // Коррозия: материалы, защита. – 2009. – № 11. – С. 6-10.
7. Родионов И.В. Физико-химические и механические характеристики пароксидных биосовместимых покрытий титановых имплантатов // Материаловедение. – 2009. – № 10. – С. 25-34.
8. Подчерняева И.А., Верхотуров А.Д., Панашенко В.М., Коневцов Л.А. Электроискровое и комплексное упрочнение поверхности титана // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2014. – Т. 1. – №. 1. – С. 73-87.
9. Белоус В.А., Носов Г.И., Клименко И.О. Упрочнение титановых сплавов ионно-плазменным азотированием // Вопросы атомной науки и техники. – 2017. – № 5 (111). – С. 75-82.
10. Крукович М.Г., Савельева А.С. Технологические направления применения цементации // по итогам XIV-й Международной научной конференции «Наука в центральной России». – 2015. – № 3 (11). – С. 44-48.
11. Федоров В.А., Шлыкова А.А., Яковлев А.В. Влияние миллисекундных импульсов лазерного излучения на формирование поверхностного рельефа объемных аморфных циркониевых сплавов // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2017. – Т. 22. – №. 5-2.
12. Бровер А.В., Пустовойт В.Н. О локализованных напряжениях в лазерно-облученной поверхности металлических материалов // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2010. – №. 1. – С. 3-7.

ЛАЗЕРНАЯ МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВЫХ И ЦИРКОНИЕВЫХ ОБРАЗЦОВ

Проскуряков Виталий Игоревич, ассистент

*Родионов Игорь Владимирович, д.т.н. профессор,
заведующий кафедрой «Сварка и металлургия»*

Новиков Максим Владимирович, магистрант

*Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.*

В статье представлены результаты исследования влияния лазерной обработки на морфологические характеристики титановых и циркониевых образцов. Проведены сравнительные исследования гранулометрического состава поверхности. Установлена зависимость суммарной пористости от режимов лазерной обработки.

Введение

В современном машиностроительном производстве, приборостроении, ядерной энергетике и медицинской технике широко используются изделия, состоящие из металлической основы и функционального покрытия. В качестве материала основы наибольшее распространение получили сплавы на основе титана и циркония, обладающие высокой биосовместимостью, повышенными прочностными характеристиками и коррозионной стойкостью [1-4]. Однако зачастую данного перечня качеств поверхности недостаточно для эффективного функционирования титановых и циркониевых изделий в условиях воздействия агрессивных сред и механических нагрузок, а также при работе деталей в различных узлах трения. Исходя из этого возникает проблема продления срока эксплуатации таких металлоизделий, решить которую можно за счет модификации поверхностного слоя.

Для формирования различных функциональных поверхностей на металлах и сплавах используют такие широко известные методы, как азотирование, цементация, оксидирование, закалка токами высокой частоты и т.д. [5, 6]. Однако вышеперечисленные методы характеризуются рядом существенных недостатков: это высокая продолжительность процесса, определенная токсичность, большое количество затрачиваемых материальных и энергоресурсов. К наиболее эффективным способам можно отнести лазерную обработку, где модификация обрабатываемой поверхности происходит за счёт высокоскоростного нагрева и последующего быстрого охлаждения.

Целью данной работы являлось определение влияния лазерной обработки на морфологические характеристики поверхности титанового сплава ВТ6 и циркония марки Э110.

Методика эксперимента

Исследования проводили на образцах титанового сплава марки ВТ6 и циркония марки Э110, которые имели форму пластин размерами 10×10×3

mm. Предварительно образцы подвергались шлифованию влажной наждачной бумагой зернистостью Р3000.

Образцы очищали от технологических загрязнений методом ультразвуковой очистки с использованием ванны «Кристал-2.5» в водном растворе этилового спирта в течение 20 min.

Лазерную обработку проводили на автоматизированной установке для термофизической когерентной модификации поверхности LRS-50A, при напряжении импульса U 400 В и длительностью τ импульсного воздействия 1, 1,5 и 2 ms. Луч фокусировался в пятно диаметром 1 mm. Сканирование поверхности осуществлялось при частоте следования импульсов излучения 10 Hz и коэффициенте перекрытия 0.1.

Модифицированная поверхность исследовалась методом оптической микроскопии с использованием микроскопа МБС-10м. Величина открытой пористости и линейные размеры зерен определялись с использованием компьютерной программы графической обработки «Metallograf». Статистическую обработку результатов исследования проводили с использованием компьютерной программы DataFit 9.

Результаты исследования и их обсуждение

Модифицированная лазерным излучением поверхность циркониевых образцов характеризуется равномерно распределенным рельефом. На поверхности титановых образцов наблюдается образование оплавленных участков. Такое отличие объясняется разностью температур плавления металлической основы сплавов (рисунок 1).

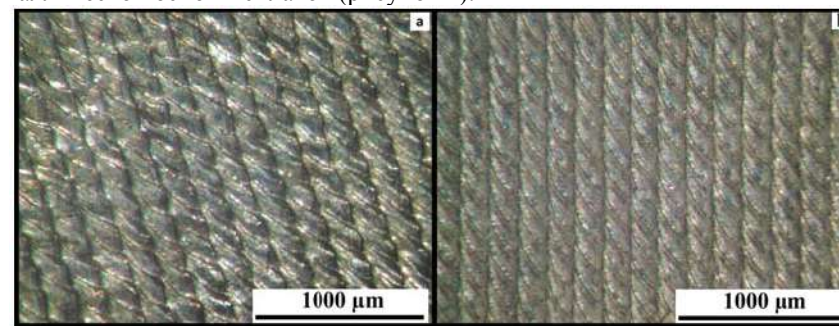


Рисунок 1. Морфология поверхности титанового сплава (а) и циркония (б) после лазерной обработки

Согласно проведенному гранулометрическому анализу модифицированной лазерным излучением поверхности циркония установлено, что при увеличении длительности импульсного воздействия от 1 до 2 ms уменьшается количество зерен от 1177 до 837. Количество пор изменяется незначительно. Геометрия пор и зерен остается практически неизменной. Также выявлены изменения гранулометрии у обработанных титановых образцов.

Так, при увеличении длительности импульса от 1 до 2 ms сокращается количество пор с 652 до 389, уменьшается и их размер. При этом суммарное количество зерен и их геометрические параметры увеличиваются в два раза (таблица 1).

Таблица 1 - Результаты гранулометрического анализа поверхности титановых и циркониевых образцов после лазерной обработки

Образец (№)	τ , ms	Характеристики поверхности стали						
		Частицы			Поры			
		Кол-во, шт.	Среднее значение μm	Дисперсия, μm^2	Кол-во, шт.	Среднее значение μm	Дисперсия, μm^2	Суммарная пористость P, %
Zr	1	1177	9,50	14,17	419	4,79	22,39	60
Zr	1,5	587	11,08	23,36	382	6,90	25,50	51
Zr	2	837	9,73	21,55	468	5,87	22,36	47
Ti сплав	1	402	5,99	24,10	652	13,42	27,11	31
Ti сплав	1,5	469	10,07	30,37	477	11,01	31,79	44
Ti сплав	2	816	10,26	17,12	389	5,09	23,24	55

Известно, что одной из значимых характеристик рабочей поверхности является пористость (P,%). По результатам измерений (таблица 1) были построены эмпирические модели зависимости открытой пористости от режимов лазерной модификации (рисунок 2).

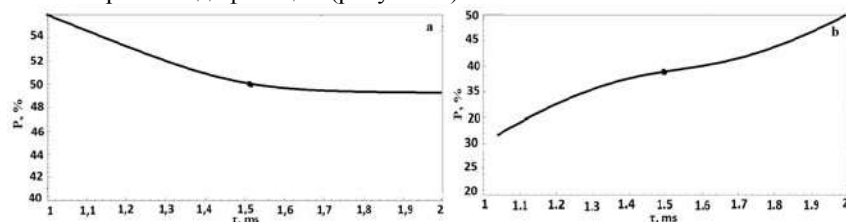


Рисунок 2. Зависимость пористости (P,%) модифицированной лазерным излучением поверхности циркониевых (а) и титановых (б) образцов от длительности импульсного воздействия τ

На построенных эмпирических моделях (рисунок 2) видно, что с увеличением длительности воздействия импульса величина открытой пористости циркониевых образцов снижается. Лазерная обработка титанового сплава VT6, напротив сопровождается увеличением суммарной пористости.

Проведенные лабораторные исследования показали, что в результате лазерной модификации титанового сплава VT6 и циркония марки Э110 обрабатываемая поверхность приобретает равномерно распределенный микро-рельеф, характеризуемый повышенной открытой пористостью для титановых образцов и уменьшенной пористостью для циркониевых образцов.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках государственного задания образовательным организациям высшего образования, подведомственным Минобрнауки РФ (проект № 11.1943.2017/4.6).

Список литературы

1. Гнеденков С. В., Синябрюхов С. Л., Егоркин В. С., Машталаяр Д. В., Легостаева Е. В., Шаркеев Ю. П. Электрохимические свойства наноструктурированного титана // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2011. – № 5. – С. 24-29.
2. Довбня А. Н., Лавриненко С. Д., Закутин В. В., Аксёнова А. Н., Решетняк Н. Г., Пилипенко Н. Н., Толмачева Г. Н. Модификация поверхности циркония и сплава Zr1% Nb электронным пучком ускорителя на основе магнетронной пушки // Вопросы атомной науки и техники. – 2011. – № 2. – С. 39-45.
3. Патент РФ на изобретение № 2322267. Способ получения биосовместимого покрытия на имплантатах из титана и его сплавов / Родионов И.В., Бутовский К.Г., Бейдик О.В., Серянов Ю.В. Оpubл. 20.04.2008.
4. Родионов И.В. Физико-химические и механические свойства функциональных термооксидных покрытий на медицинских имплантатах из нержавеющей стали // Физика и химия обработки материалов. – 2012. – № 4. – С. 45-52.
5. Крукович М.Г., Савельева А.С. Технологические направления применения цементации // по итогам XIV-й Международной научной конференции «Наука в центральной России». – 2015. – № 3 (11). – С. 44-48.
6. Бирюков В. Лазерное упрочнение и легирование сталей // Фотоника. – 2011. – Т. 27. – № 3. – С. 34-37.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ОТЛИВКИ ПРИ ЛИТЬЕ ПОГРУЖЕНИЕМ

Пфетцер Илья Александрович, студент

(e-mail: pfettser.2-mmt-4@yandex.ru)

Зонненберг Наталья Николаевна, старший преподаватель

(e-mail: natalya.zonnenberg@yandex.ru)

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

Рассмотрено влияние способа заполнения и времени выдержки формы в металлической ванне на процесс формирования отливки при литье погружением. Определены оптимальные параметры процесса.

Ключевые слова: литьё погружением, разовые формы, отливка, усадочные дефекты, плотность.

Разработка способа литья погружением началась в шестидесятые годы прошлого века в г. Самара (г. Куйбышев) группой молодых ученых во главе с Коврижных Н. И. [1]

Получение отливки данным способом производится посредством погружения специальной литейной формы (постоянной или разовой) в ванну с расплавом на глубину необходимую для заполнения рабочей полости формы под гидростатическим напором металла с последующей выдержкой до полной кристаллизации отливки. После чего форма извлекается из ёмкости с расплавом и производится удаление отливки из формы.

В работе исследовали процесс формирования отливки из алюминиевого сплава марки АК10М2Н при литье погружением форм из ХТС. При разработке конструкции формы учитывали условия обеспечения теплоаккумулирующей способности достаточной для затвердевания отливки. При проведении экспериментов использовали два типа заполнения формы: 1- заполнение формы через полное сечение, 2- заполнение формы через питатель. Расчёт сечения питателя проводили исходя из условия нижнего (сифонного) заполнения формы.

Для проведения исследования была выбрана отливка типа «стержень» длиной 170 мм, диаметр нижнего основания - 30 мм, уклон по высоте отливки - 1°. В песчаную форму из ХТС заформовывается скоба-каркас которая используется для транспортировки формы и крепления на специальном приспособлении для погружения формы в расплав и последующего ее извлечения. Конструкция скобы каркаса представлена на рисунке 1. Диаметр формы составляет 150 мм, высота 260 мм.



Рисунок 1- Конструкция скобы-каркаса

Для определения оптимального времени выдержки формы в расплаве при заполнении через полное сечение формы была проведена заливка 5-ти форм с разным временем выдержки. После чего была измерена длина образцов. Условия заливки во всех экспериментах были идентичны – температура заливки 620°C, температура формы 20°C. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Влияние времени выдержки на длину образца.

№	Время выдержки, с	Длина образца, мм
1	70	112
2	80	135
3	90	149
4	95	152
5	100	149

Из полученных данных видно, что при увеличении времени выдержке формы в ванне с расплавом от 70 до 95 с. длина отливки увеличивается. При более длительной выдержке наблюдается уменьшение длина отливки вызванное перегревом нижней части формы. Из проведенных экспериментов следует, что оптимальное время выдержки формы в расплаве для получения отливки «Стержень» составляет 95 секунд. При этом в зоне контакта отливки с ванной расплава неизбежно образуется усадочная раковина, а в теле отливки наблюдается сосредоточенная усадочная пористость.

Была определена плотность полученных образцов методом гидростатического взвешивания. Плотность образцов в зависимости от времени выдержки формы в расплаве представлена в таблице 2.

Таблица 2- Плотность образцов в зависимости от времени выдержки формы в расплаве и связующего формы

Время выдержки формы в расплаве, с	Плотность отливок, г/см ³
70	2,6761
80	2,6695
90	2,6851
95	2,6812
100	2,6782

Плотность образца полученного гравитационной заливкой составляет 2,6581 г/см³. Плотность сплава, рассчитанная по методу адитивности, составляет 2,736 г/см³. Несмотря на концентрированную усадочную пористость отливки полученные литьем погружением имеют более высокую плотность, чем отливки, полученные гравитационной заливкой в формы из ХТС.

Что бы снизить локальный перегрев отливки в зоне контакта с ванной расплава и тем самым избавиться от усадочной раковины и концентрированной усадочной пористости, было принято решение осуществлять заливку через питатель. Диаметр питателя составляет 4 мм.

Вследствие отсутствия локального перегрева в нижней части формы при погружении форм с питателями все отливки сформировались на полную длину (170 мм.). Усадочные дефекты на поверхности и в теле отливки не выявлены.

Плотность отливок полученных при заполнении через питатель в зависимости от времени выдержки формы в расплаве представлена в таблице 3.

Таблица 3 - Плотность отливок в зависимости от времени выдержки формы в расплаве

Время выдержки форм в расплаве, с	Плотность отливок, г/см ³
70	2,709
80	2,705
90	2,701
100	2,703

Анализ свойств отливок полученных заливкой форм с питателями позволяет сделать следующие выводы:

1. При заливке через питатель плотность отливок значительно возрастает по сравнению с заливками через полное сечение формы, это обусловлено тем, что удается избежать локального перегрева в зоне контакта отливки и ванны расплава.

2. Отсутствует усадочные дефекты в теле отливки это связано с тем, что в течении всего процесса кристаллизации отливка питается от ванны расплава через питатель.

Список литературы

1. Коврижных, Н.И. Литье погружением. – Самара: АНО «Издательство СНЦ», 2018. – 96 с., илл.
2. А.с. №872021. Металлическая форма с вертикальной плоскостью разёма для литья погружением / Н.И. Коврижных. 15.06.1981.
3. Коврижных, Н.И. Металлические формы для литья роликов из алюминиевого сплав / Н.И. Коврижных, В.К. Пивоваров // Литейщик России. 2004. №6, с 33-34.
4. Коврижных, Н.И., Левитский В.В. Количественная оценка сложности отливок. Авиационная промышленность №8, 1969, с 11-13.
5. Коврижных, Н.И. Литье погружением. Возможности и перспективы применения. Литейное производство, 2004, №10, с 8-9.

РАЗРАБОТКА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ СМЕНЫ ИНСТРУМЕНТА ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ УНИВЕРСАЛЬНОГО ТОКАРНОГО СТАНКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЧПУ

Разумов Михаил Сергеевич, к.т.н., доцент,

(e-mail: mika_1984_@mail.ru)

Досумов Амир Кайратович,

(e-mail: Dosyan01@yandex.ru)

Голиков Андрей Александрович,

(e-mail: amir-dosumov@rambler.ru)

Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия

В статье рассмотрены проблема разработки приспособления, для смены инструмента при модернизации с помощью ЧПУ с целью разбора основных систем, так же были рассмотрены основные нюансы выбора системы, так же были рассмотрены основные виды резцедержателей и нюансы их конструкции.

Ключевые слова: Числовое программное обеспечение, ЧПУ, универсальные станки, ЧПУ станки, резцедержатель, гидравлические резцедержатели, поворотные резцедержатели.

Числовое программное управление(ЧПУ), это особая часть вычислительной техники, при помощи которой стали появляться новые типы станков. Благодаря им современные предприятия могут организовывать производства с максимальной эффективностью. Связано это с тем, что ЧПУ станки обладают определенным набором плюсов, которые выгодно отличают их от конкурентов, при помощи ЧПУ станков можно обрабатывать детали с очень высоким показателем точности. Так же немаловажным плюсом является высокий уровень автоматизации производства, благодаря которому станки обладают большой производственной гибкостью, а имен-

но возможностью быстро изменить процесс производства тех или иных изделий.

Универсальные станки на данный момент морально устарели в силу своего возраста, и поэтому имеют большое количество недостатков. Собственно, главным недостатком можно выделить человеческий фактор, проблема состоит в том, что во время ручной обработки заготовки конечное качество детали может повлиять фактор усталости человека обрабатывающего заготовку на станке, что может пагубно повлиять на количество брака. Так же участие человека пагубно сказывается на времени работы станка и скорости обработки заготовки. Собственно ЧПУ системы обладают большой выгодой благодаря использованию современной цифровой техники, что сводит к минимуму участия человека в процессе производства.

Однако универсальные станки являются дешевым и весьма распространенным способом организации производства тех или иных изделий. Так же на современных предприятиях осталось большое количество различных универсальных станков, на которых все ещё можно производить детали с требуемым качеством. Однако сейчас такие станки сняты с производства, в результате чего поиск тех или иных деталей весьма затруднен, что может спровоцировать проблему простоя станка, а следственно остановки всего производства. Поэтому становится актуальной проблема улучшения используемого, действующего оборудования за счет его усовершенствования при помощи модернизации с помощью ЧПУ. Так же данная проблема важна в силу того, что благодаря вложению около 200 тысяч можно получить ЧПУ устройство, аналоги которого будут стоить несколько миллионов, поэтому модернизация и выгодна для предприятий благодаря сокращению расходов на обновление производственных линий.

Все выше сказанное доказывает, что благодаря использованию ЧПУ, производство деталей становится значительно выгодней, а также кратко объясняет выгоду модернизации обычных станков при помощи ЧПУ, однако возникает ряд вопросов связанных с процессом реализации проекта, а именно принцип адаптации конструкции подающего механизма резцов для системы ЧПУ. Собственно главным образом данная проблема зависит от того какую используют ЧПУ систему для станка и от того какие компоненты будут изменяться в процессе модификации.

Проблема выбора ЧПУ системы связана с тем, что точно нужно понять, какой бюджет можно выделить на процесс модернизации станка. Главная экономическая проблема состоит в том, что современный рынок систем программного управления насчитывает огромное количество различных систем, со своими плюсами и недостатками. Но в целом на современном рынке фактически нет, не зарубежных образцов систем, это связано с тем, что большинство отечественных систем собираются по западным технологиям и поэтому они являются, как и зарубежные аналоги весьма дорогими решениями. Поэтому главным претендентом для покупки можно выделить максимально дешевое решение которое соответствует такому параметру

как простота в обращении. Так же она должна состоять из различных программируемых модулей, из которых можно собрать легко адаптируемую систему, которая будет пригодна для быстрой адаптации под большое количество станков. Данная система должна иметь качественное ПО, которое также должно настраиваться, под конкретные задачи.

Наиболее выгодным является плата StepMaster, которая представляет собой интерфейсную плату, позволяющую подключить силовую часть и электрооборудование ЧПУ станка (драйверы, шпиндель, концевые выключатели) к LPT порту компьютера.

Она совместима с системами управления Mach3, LinuxCNC, TurboCNC, однако наиболее выгодной программой является Mach3. Это связано с её дешевизной, простотой использования и большим количеством возможностей, в частности, данное ПО адаптировано для использования в огромном количестве разных станков.

После того, как была выбрана ЧПУ система для модернизации, необходимо четко понять, какие компоненты и по каким причинам меняются в результате модернизации станка. Связано это с тем, что замена компонентов может повлечь определенные нюансы при адаптации резцедержателя под новые условия работы.

Замена изношенных деталей, несомненно важна, связано это в первую очередь с возрастом станка. Технические характеристики станка, в определенных условиях они могут устареть, поэтому, для их улучшения нужно произвести процесс замены деталей. К примеру, для увеличения точности станка стоит поменять передачу винт-гайка вращения на передачу винт-гайка качения (ШВП) это позволит, лучше передать и преобразовать вращательное движение винта шагового двигателя в поступательное движение гайки с суппортом. Так же замена устаревших деталей позволит уменьшить предполагаемый простой станка, из-за поломки, что поможет избежать производственного простоя.

После того как станок уже был доработан и адаптирован под ЧПУ, появляется проблема адаптации резцедержателя, под новые условия. К примеру, появляется проблема замены резцов, поскольку старый способ замены резцов в ручную не является актуальным, так как теряется смысл модернизации станка при помощи системы ЧПУ.

Для решения поставленной задачи необходимо с начала разобраться в принципе работы резцедержателя. Резцедержатель представляет собой узел токарного станка, который предназначен для крепления режущего инструмента, особенно важно применение резцедержателя при точной расточке отверстий. От его точности в значительной мере зависит качество обработки детали. Резцедержатель располагается на верхних салазках суппорта станка. Так же на суппорте располагаются поперечные и поворотные салазки, а сам суппорт находится на продольных салазках станины. Благодаря этим узлам становится возможным перемещать резец по всем трем координатам и перемещать вдоль продольной оси, что и обеспечивает

большое количество доступных возможных комбинаций производимых деталей на станке.

Помимо токарных станков, резцедержатели используются в строгальных и некоторых других металлорежущих станках, но там они имеют особую конструкцию.

Все резцедержатели делятся по множеству критериев, однако важной классификацией является деление по типу крепления инструмента, может существовать крепление клиновым блоком, VDI это крепление в круглом отверстии позиции диска резцедержателя одним болтом с клином. Так же стоит выделить BMT крепление, при котором резцы крепятся на периферийном диаметре диска резцедержателя, крепление производится четырьмя болтами.

Самыми распространенными видами являются следующие представители: простые, гидравлические и поворотные резцедержатели.

Первый указанный вид еще называют «солдатиком». Сейчас такие резцы перенесены в разряд устаревших, хотя они часто устанавливались в советское время, на данный момент почти целиком заменены на поворотные.

Следующим видом являются гидравлические резцедержатели, на данный момент они являются перспективным направлением, в силу того, что такие резцедержатели амортизируют вибрацию, возникающую при обработке заготовки, что снижает вероятность выхода из строя инструмента. К примеру когда происходит черновая обработка, резец может испытывать большую нагрузку, что приводит к сокращению срока службы, а благодаря использованию гидравлических резцедержателей можно снизить затраты на инструменты примерно до 40%, за счет увеличения срока службы резцов.

Третьим видом являются поворотные резцедержатели, на данный момент они широко распространены в токарных станках, такие резцы позволяют разместить сразу 4 резца при самой простой конструкции. Станок заранее подготовлен к выполнению нескольких следующих одна за другой работ без необходимости замены резца. Резцедержатели подобной конструкции внешне выглядят как револьвер. Главной деталью их конструкции является диск, с проделанными насквозь отверстиями, находящимися друг от друга на одинаковом удалении, в них фиксируются втулки, при помощи которых крепятся резцы, при помощи втулок резцы устанавливаются без прокладок, что ускоряет процесс установки режущего инструмента.

На данный момент третий тип стоит на большинстве универсальных станков, которые пригодны для модернизации с помощью систем ЧПУ, а благодаря многофункциональности, данный тип резцедержателя не требует серьезного процесса модернизации. Собственно сама конструкция не требует модернизации для использования вместе с ЧПУ системой, достаточно просто установить держатель на специальный поворотный стол, который устанавливается на поперечный суппорт станка.

Собственно поворотный стол позволяет провести модернизацию станка с минимальными затратами, поскольку мы сохраним старый держатель, с помощью которого станет возможным легко поменять резец, в автоматическом режиме, во время работы станка, однако сами резцы должны крепиться непосредственно человеком перед началом работы.

При модернизации резцедержателя важным условием является то, что когда мы лишь переделываем держатель, оставляя основную конструкцию без серьезных видоизменений, желательно так же оставить возможность работы в ручном режиме. Это становится возможным благодаря тому, что при внедрении ЧПУ системы можно сделать так, что бы система имела возможность отключения, благодаря чему, станок может сохранить возможность работы уже без неё, то есть в ручном режиме. Это реализуется благодаря использованию шагового двигателя в качестве дополнительного элемента управления, а именно благодаря использованию двигателей и приводных передач. ЧПУ подключается к стандартным элементам управления станка, что позволяет устанавливать все новое оборудование без серьезных проблем при подключении, что так же позволяет управлять станком в ручном режиме.

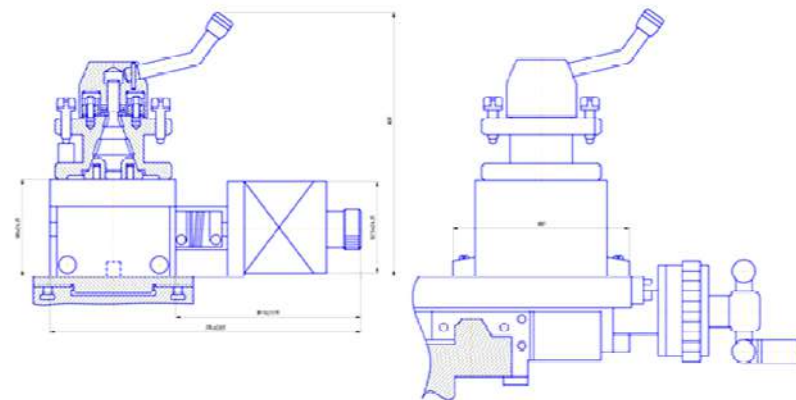


Рис.1 Схема модернизированного резцедержателя

Так же стоит сказать, что существуют поворотные резцедержатели, несущие до 12 резцов, в них используется электромеханический привод, который позволяет производить быструю фиксацию инструмента. Данные приводы в основном ставятся на современные ЧПУ станки, но так же продаются отдельно, что позволяет без больших финансовых затрат модернизировать станки под новые стандарты, при этом возможность работы в ручном режиме так же сохраняется, при соблюдении определенных условий.

В качестве заключения хочется отметить, что благодаря большому количеству универсальных станков, которые пригодны для модернизации, можно при помощи небольших финансовых затрат получить современный ЧПУ станок, аналоги которого будут стоить значительно больше, чем затраты на модернизацию. Это возможно благодаря тому, что сейчас можно произвести модернизацию резцедержателя станка, без серьезных денежных вложений, посредством небольшой доработки самого держателя, а при необходимости можно поставить более функциональный образец, с более качественными характеристиками.

Работа выполнена в рамках финансирования Стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам, осуществляющим перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики, на 2018-2020 годы СП-591.2018.1

Список литературы

1. Корытный, Д.М. Механизация и автоматизация работ на фрезерных станках / Д.М. Корытный. - М.: Профтехиздат, 1962. - 152 с
2. Устройство числового программного управления NC—110, NC-200, NC-210: Руководство программиста МС. - СПб., 2004. - 174 с.: ил.
3. Сборник инструкций. Станок с ЧПУ.- Т. 7. Ирлен-инжиниринг. -СПб, 2001.-112 с: ил.
4. Токарное оборудование [Электронный ресурс] / Группа компаний «ROBUR International». - М., 2008. - Режим доступа: <http://www.robur.ru/cdugardrus.html/index.php>.
5. Исследование особенностей формирования погрешности обработки при планетарном формообразовании отверстий длинных тонкостенных деталей/ Гречишников В.А., Куц В.В., Ванин И.В., Разумов М.С., Гречухин А.Н.// Современные материалы, техника и технологии. 2018. № 1 (16). С. 11-15.
6. Математическое представление режущих кромок спирального сверла в системе MAPLE/ Зубкова О.С., Куц В.В., Лыкова Л.Н., Лыкова Н.Н.// Современные материалы, техника и технологии. 2017. № 7 (15). С. 21-28.
7. Сверление отверстий в напряженно-деформированном материале заготовки/ Куц В.В., Бышкин А.С., Разумов М.С.// Современные материалы, техника и технологии. 2018. № 3 (18). С. 20-23.
8. Решение задачи симметричного расположения зубьев с неравномерным шагом у охватывающей фрезы с радиальной конструктивной подачей для обработки рк-профильных валов/ Исаев А.В., Куц В.В., Сидорова М.А., Разумов М.С., Гречухин А.Н.// Современные материалы, техника и технологии. 2018. № 3 (18). С. 4-7.
9. Исследование погрешности профиля обработанного вала охватывающей фрезой с радиальной конструктивной подачей/ Исаев А.В., Куц В.В., Сидорова М.А., Разумов М.С., Гречухин А.Н.// Современные материалы, техника и технологии. 2018. № 2 (17). С. 42-48.
10. Организация технологической подготовки производства изделий с использованием поэтапной автоматизации проектирования/ Пономарев В.В.// В сборнике: Машиностроение - основа технологического развития России (ТМ-2013) сборник научных статей V Международной научно-технической конференции. 2013. С. 523-527.
11. Анализ конструкции фрез и пластин фирмы TAEGUTEC/ Жердева Н.Д., Круговых К.В., Пономарев В.В.// В сборнике: Перспективное развитие науки, техники и тех-

нологий, сборник научных статей материалы IV Международной научно-практической конференции. 2014. С. 98-102.

12. Determining the geometric parameters of a sheared layer in drilling of nonferrous metals and alloys with the use of axial vibrations/ Emel'yanov S.G., Sidorova V.V., Ponomarev V.V., Razumov M.S.// Chemical and Petroleum Engineering. 2017. Т. 52. № 11-12. С. 796-800.

13. Метод определения положения зубьев сборной дисковой фрезы с конструктивной радиальной подачей/ Куц В.В., Пономарев В.В.// Вестник Воронежского государственного технического университета. 2017. Т. 13. № 6. С. 81-85.

14. Анализ обработки протягиванием фасонных отверстий валов-шестерен приводов буровых установок/ Селезнев Ю.Н., Евсеев Е.Ю., Кочергин В.С.// Современные материалы, техника и технологии. 2015. № 3 (3). С. 232-236.

15. Анализ опасных и вредных факторов при протягивании гранных отверстий/ Кочергин В.С.// Современные материалы, техника и технологии. 2017. № 1 (9). С. 133-137

16. Анализ ограничений на основные конструктивные параметры при оптимизации протяжного инструмента/ Кочергин В.С., Евсеев Е.Ю.// Современные материалы, техника и технологии. 2017. № 2 (10). С. 35-39.

17. Автоматизированная система обработки результатов эксперимента/ Кочергин В.С., Евсеев Е.Ю.// Современные материалы, техника и технологии. 2017. № 5 (13). С. 44-49.

18. Оценка качества измерений подшипников скольжения в процессе выполнения технологического процесса/ Василенко В.С., Малыхин В.В., Ремнев А.И., Рубанов Е.М., Яцун Е.И.// В сборнике: Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации, материалы IX-ой Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор: Горохов А.А.. 2012. С. 219-224.

19. Иллюстрация модели удержания алмазно-абразивного зерна в органических связках шлифовального инструмента/ Новиков С.Г., Малыхин В.В., Яцун Е.И., Фадеев А.А., Новиков Ф.В.// В сборнике: Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновационные материалы IX-ой Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор: Горохов А.А.. 2012. С. 263-267.

20. Техничко-экономическая оценка алмазно-искрового шлифования твердосплавных инструментов/ Малыхин В.В., Родионова И.Н., Ткаченко Т.Б., Фадеев А.А.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2014. № 3. С. 23-28.

21. Разработка конструкции экспериментального образца демпфирующего реза/ Фадеев А.А., Малыхин В.В., Яцун Е.И., Новиков С.Г.// В сборнике: Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации, сборник научных трудов XI Международной научно-практической конференции: в 4-х томах. Ответственный редактор: Горохов А.А.. 2014. С. 234-238.

УДК 621.9

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТНО-ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ*Селеменова О.В., Шандыбин Д.А.**Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, Россия*

В статье дается анализ резервов повышения эффективности процесса поверхностно – пластического деформирования, приводятся особенности центробежной обработки. Показано, что для повышения стойкости шариков наиболее актуальным является нанопокрывтий эпиламов. Установлено, что введение операции эпиламирования для шариков позволяет повысить их стойкость, а так же ограничения в применении эпиламов для равномерного распределения СОТС по рабочей поверхности инструмента.

Ключевые слова: центробежная обработка, повышения стойкости, эпиламирование

Повышение качества, надежности и долговечности изделий авиационной техники, судостроения, энергосиловых установок на протяжении многих десятилетий и в настоящее время является важной народнохозяйственной проблемой, над которой работают многие специалисты в нашей стране и за рубежом. Эта проблема стала особенно актуальной в связи с созданием новых поколений вертолетов, самолетов, судов, двигателей и обострившейся конкуренцией на мировом рынке. В конструкции упомянутых типов изделий входят группы высоконагруженных деталей, надежность и долговечность которых, в значительной мере определяет ресурс работы и надежность всего изделия. Значительное количество такого рода деталей имеют сложную форму, большие размеры, ограниченную жесткость и высокие требования к параметрам качества поверхности и поверхностного слоя [1].

Характерным примером такого типа деталей являются: лонжерон лопасти несущего винта вертолета, элементы крыла и фюзеляжа (панели) самолета и другие детали.

Указанные детали в зависимости от типа изделия и его назначения имеют различные конструктивные формы и размеры, изготавливаются, как правило из конструкционных легированных сталей, алюминиевых сплавов.

К качеству поверхности предъявляются высокие требования, обусловленные тяжелыми условиями эксплуатации – высокий уровень знакопеременных нагрузок, высокие скорость и контактные нагрузки, колебания температурного градиента, коррозионные и эрозионные процессы. В этой связи шероховатость поверхности ограничивается – $Ra=0,5\div 1,25$ мкм, оговаривается структура и направленность микрорельефа; поверхностный слой подвергается упрочняющей обработке поверхностным пластическим деформированием (ППД). Отмеченные особенности требуют нетрадиционного подхода к решению технологических задач упрочняющей обработки: разработке и совершенствованию методов виброударного воздействия,

новых технологических схем виброударной обработки деталей рассматриваемого класса, применение нанопокровтий рабочих органов инструментальных поверхностей.

Центробежная обработка (ЦО) является одним из упрочняющих динамических методов обработки поверхностным пластическим деформированием (ППД). Этот метод применяют для повышения усталостной прочности деталей машин, работающих в тяжелых условиях эксплуатации.

К основным преимуществам ЦО относятся: высокая интенсивность обработки, простое по конструкции оборудование, возможность обработки длинномерных маложестких изделий сложной формы, большая энергия воздействия на поверхность детали, что позволяет получать высокую степень упрочнения для стальных деталей.

Процесс упрочнения центробежным способом не изменяет геометрической формы детали, поэтому не требуется специального припуска на обработку. От чистоты исходной поверхности зависит поверхностная твердость. В случае грубо подготовленной поверхности гребешки препятствуют ударному воздействию шариков на основной слой металла.

Для снижения износа, повышения стойкости, надежности инструмента в зависимости от условий его эксплуатации проводят оптимизацию конструкции и геометрии режущей части, применяют методы, направленные на улучшение свойств инструментального материала, повышение износостойкости поверхностного слоя инструмента, разрабатывают и внедряют новые марки смазочно-охлаждающих технологических сред, а также способы ее подачи в зону резания. Для повышения работоспособности инструментов широко используют различные методы нанесения износостойких покрытий.

Нарушение исходного режима трения при механической обработке чаще всего связано со смазкой. Масло, которым смазываются контактные поверхности инструмента и детали, в силу своего агрегатного состояния является наименее стабильной характеристикой. В режущем клине размещается весьма малая доза смазочного масла, которая должна обеспечивать определенный коэффициент трения для различных видов обработки. Такие масла должны обладать высокой химической, физической стабильностью и смазочным свойством. Смазка вводится в зону контакта во время обработки и фиксируется там за счет молекулярно-поверхностных сил масла и материала детали и инструмента. При миграции масла его запас в клине становится недостаточным для обеспечения стойкости инструмента.

Поверхностная энергия твердых тел велика – порядка 500-5000 мД/м², а поверхностное натяжение жидкостей в 10-100 раз меньше. Поэтому для предотвращения растекания жидкостей по твердому телу следует, как бы снизить поверхностное натяжение твердого тела, поместив между жидкостью и твердым телом какую-то прослойку – пленку, поверхностное натяжение которой близко к поверхностной энергии жидкости.

Одним из наиболее эффективных путей удержания смазки на поверхности, является нанесение на нее нанопленки эпилама, которая посредством энергетических карманов и удерживает СОТС. Эпиламы обладают столь не-обычными свойствами, что вызывают устойчивый интерес исследователей во всем мире. Термин «эпилам» появился в 30-е годы XX века и определяет составы, которые наносятся на твердые поверхности трибосопряжений для удержания смазки в зоне трения. Эпиламы впервые были предложены швейцарцем П. Воогом для обработки часовых деталей.

Воогом было предложено модифицирование твердой поверхности деталей слоем вещества с низкой поверхностной энергией и запатентован процесс, в котором раствор олеиновой или стеариновой кислоты в летучем растворителе использовался для обработки твердых поверхностей. Однако, такие растворы имели ряд недостатков: низкую временную стабильность (не более 3 месяцев), низкую температуру деструкции (не более 500С) и др.

Эпиламирование – это процесс осаждения ПАВ на твердую поверхность. Характер адсорбции и ориентация осажденных молекул определяется взаимодействием адсорбционных центров поверхности с активными центрами молекул. Пространственное расположение адсорбированных молекул зависит от их полярности и условий осаждения и может быть как вертикальным, так и горизонтальным или может образовывать любой угол с твердой поверхностью.

Эпиламирование предполагает образование на поверхности твердого тела мультимолекулярных слоев с регулярно ориентированными молекулами. Степень ориентации и толщина ориентированного слоя зависят от природы твердого тела и молекул ПАВ. Так, пределах гомологического ряда жирных кислот степень ориентации возрастает с увеличением длины цепи молекулы[2,3].

Управлять показателями качества упрочненного поверхностного слоя образуемого обработкой ППД (поверхностным пластическим деформированием) можно за счет параметров, характеризующих условия контакта инструмента и обрабатываемой поверхности, параметров кинематики относительного движения инструмента и обрабатываемой поверхности и параметров силы деформирования. Различные сочетания параметров образуют те или иные способы ППД. Число используемых параметров, определяет возможности способа при формировании показателей качества поверхностного слоя. Введение дополнительных параметров, усложняющих реализацию способа, сопровождается расширением его возможностей: повышением производительности, снижением шероховатости или улучшением свойств поверхностного слоя.

Изнашивание инструмента происходит вследствие процессов, протекающих на микро- и субмикро уровне. В процессе обработки контактирующие поверхности инструмента и обрабатываемой детали находятся в тяжелых условиях трения и износа: возникают деформации сжатия, про-

цесс сопровождается большим тепловыделением, упрочнением, разупрочнением и структурным превращением поверхностного слоя. Контактные объемы инструмента изменяют свое энергетическое состояние, в них идет процесс накопления деформации, реализуемый через изменение дислокационной структуры и микроструктуры, что и определяет интенсивность изнашивания [4].

Одним из самых перспективных направлений повышения эффективности ППД представляется разработка и применение смазочно – охлаждающих технологических сред (СОТС) и поверхностно – активных веществ (ПАВ) для обеспечения благоприятных условий эксплуатации инструмента и повышения качества обрабатываемых поверхностей.

Действие СОТС направлено на уменьшение работы сил трения и адгезии между инструментальным и обрабатываемым материалом, их охлаждение в процессе обработки, повышение качества обработанной поверхности, снижение энергозатрат и увеличение производительности обработки. Технологическая эффективность зависит от смазочного, охлаждающего, моющего, диспергирующего и демпфирующего, пластифицирующего действия СОТС, которые определяются составом и свойствами, технологией и техникой ее применения. Улучшение шероховатости поверхности, обработанной в присутствии СОТС, объясняется уменьшением интенсивности трения и пластифицирующим действием поверхностно-активных компонентов СОТС.

Поверхностное натяжение масел составляет величину в пределах 20 -40 эрг/см². Механизм растекания некоторых смазочных жидкостей имеет сложный характер: сначала растекается тонкий граничный слой, который, ориентируясь под действием силового поля твердого тела, создает поверхность низкой энергии. На этой поверхности остальная масса не растекается. Однако в настоящее время созданы масла с низкой поверхностной энергией, не обладающие способностью образовывать граничные слои. Поэтому для предотвращения растекания таких масел необходимо понизить поверхностную энергию твердых поверхностей. Это достигается тем, что на поверхности твердых тел создаются слои ориентированных молекул, радикально меняющих энергетические свойства поверхности. При этом резко меняются условия смачивания и краевой угол смачивания капли жидкости на такой поверхности растет.

При эксплуатации инструмента с применением СОТС, формируется многослойное покрытие, представляющее собой нанопленку эпилама, удерживающую пленку СОТС.

Основной эффект от нанесения тонкой пленки эпилама на рабочую поверхность инструмента заключается в удержании масла в зоне контакта, снижении коэффициента трения, длительного сохранения работоспособности. Дополнительным преимуществом работы эпиламентированным инструментом является адсорбционное снижение прочности обрабатываемого

материала, увеличение пластифицирующего действия СОТС, уменьшение сил деформации вследствие проявления эффекта Ребиндера.

Список литературы

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. / под ред. А.С. Васильева, А. А. Кутина. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Инновационное машиностроение, 2018.
2. Киричек, А.В. Влияние эпиламов (ПАВ) на физико-технические свойства инструментов при низкоскоростной механической обработки [Текст] / А.В. Киричек, М.Ф. Селеменев, О.В. Селеменова // «Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии». – Орёл: ОГУ имени И. С. Тургенева. - №2 (322), 2017. – С. 85-96.
3. Селеменова, О.В. Теоретический анализ стойкости эпиламированных покрытий инструмента при поверхностном пластическом деформировании [Текст] / М.Ф. Селеменев, Л.Ю. Фроленкова, А.С. Тарапанов // «Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии». – Орёл: ОГУ имени И. С. Тургенева №1 (327), 2018. – С. 37-43.
4. Новиков А.Д., Анализ формообразования внутренних профилей с помощью компьютерного моделирования / Новиков А.Д., М.Ф. Селеменев, Л.Ю. Фроленкова, А.С. Тарапанов // Материалы международного научного симпозиума технологов-машиностроителей (Ростов-на-Дону, 26-28 сент. 2018). – 2018.– С. 123 – 126.

**МЕТОД ОЦЕНКИ УДАЛЕНИЯ ОБЪЕКТА,
УПРАВЛЯЕМОГО ПО ПРОВОДАМ**

Слободян Степан Михайлович, д.т.н., профессор
(e-mail: sms_46@ngs.ru)

Барчуков Дмитрий Анатольевич, к.т.н., доцент,
зав. кафедрой «Технология металлов и материаловедение»
(e-mail: bda@mail.ru)

Карелин Андрей Вячеславович, уч. мастер
(e-mail: virlab@inbox.ru)

Тверской государственный технический университет

Развитие возможностей элементной базы и видеотехники позволяет реализовать новые принципы построения автономных подвижных транспортных, информационных и беспилотных систем (БПС) с более эффективными алгоритмами обзора пространства, обнаружения, распознавания, обработки информации, оценки координат для навигации и управления практически во всех средах Земли: воздушной, водной, наземной и подземной [1–4]. Подвижными объектами обычно считаются объекты, движущиеся с относительно невысокой скоростью (порядка десятков километров в час и менее) как на двумерной плоскости, пересечённой местности, так и в трёхмерном пространстве.

Разработчики беспилотных средств активно ведут исследования, направленные на обеспечение автономности применения БПС в условиях исключения сигнала спутниковой навигации на основе альтернативных источников данных. К таким данным относятся, прежде всего: синтезированное изображение, формируемое фазированными антенными решётками радаров; видеoinформация, снимаемая бортовыми фото- и видеокамерами

оптического и инфракрасного диапазонов, данные цифрового рельефа местности, космические фото- и аэроснимки, и «сигналы природного воздействия»: вектор силы тяжести, магнитное поле Земли, положение звёзд Вселенной. В частности, компания Rockwell Collins, создающая средства навигации и управления для БПС разных типов, разработала систему Vision Augmented Inertial Navigation System (VAINS), способную к коррекции инерциальной системы по скорости и координатам от видеокамеры в зоне отсутствия сигнала спутниковой навигации. В общем случае, области применения БПС широки и разнообразны. БПС как универсальная платформа для широкого спектра применения, в число решаемых задач, кроме прямого назначения, может включать и решение побочных задач, например, патрулирование в автоматическом режиме охраняемых территорий (например, их периметра). Применение БПС позволяет: снизить время реакции на нештатную ситуацию и число ложных срабатываний; патрулировать периметр (в том числе в темное время суток); исключить влияние человеческого фактора; сократить время обнаружения нарушения; выполнять работы аэрофотосъемки и картографирования труднодоступных зон, при этом возможности получения информации существенно шире, чем при использовании самолетов; вести поиск людей в любое время суток; доставку индивидуальных средств спасения или иных малого размера грузов в тех случаях, когда применение пилотируемых средств невозможно или нецелесообразно (например, при большом удалении от существующих аэродромов); также возможно применение в качестве ретранслятора связи с обеспечением: восстановления, резервирования или быстрого наращивания развернутых сетей (линий) связи; высокоскоростную связь с группами; связь в труднодоступных районах (в том числе зараженных, горных, болотистых, в лесистых районах и т.д.); связь при высоких темпах движения и многое другое [1–5].

Задача определения координат местоположения, дальности удаления и углового положения БПС возникает при каждом акте применения системы в практической эксплуатации. Определение координат БПС целесообразно калибровать на старте перед их применением, когда элементы и узлы БПС пришли к установившемуся режиму, характеризующимися тем, что все переходные процессы с момента включения завершились. Надёжность управления автономными подвижными объектами основывается на системном подходе, более полно учитывающем все действующие при решении задачи факторы – от способа навигации и особенностей средств обеспечения безопасности до психологического восприятия действий системы оператором. Динамика, мобильность и скорость перемещения беспилотных средств, часто управляемых человеком– оператором, повышают требования по точности навигации и наглядности управления средством для оператора. Таким образом, исследования, направленные на повышение качества управления для навигации подвижного объекта в сложных навигационной обстановке и метеоусловиях, являются актуальными.

Определение координат автономных БПС является чрезвычайно важной задачей, которую решают применением разных систем навигации. Наиболее распространенными системами навигации для определения координат мест положения автономных БПС являются [1–3] инерциальные навигационные системы (ИНС), которым свойственны характерные особенности – нарастание ошибок измерения координат со временем, а также достаточно значимые масса и стоимость. Эти факторы определяют границы их использования областью авиации и морского транспорта. Для снижения этих весьма существенных погрешностей применяют дополнительные средства, обеспечивающие коррекцию и начальную выставку ИНС. Широкое распространение получили так же спутниковые навигационные системы (СНС), которые обладают рядом преимуществ, например, таких как неограниченная зона применения, малые габариты и стоимость, достаточно высокая точность. Однако, учёт краткого экскурса в проблемы навигации общеизвестного факта, когда проведённый иранскими военными угон американского БПС RQ-170, посредством действия внешнего сигнала, сформировавшим ложные координаты и обеспечение посадки БПС, показывает, что разработка новых средств навигации является актуальной. Этот и другие подобные факты говорят о том, что повышение устойчивости к воздействию помех является одной из первоочередных задач в управлении БПС. Наибольшей помехоустойчивостью к внешним воздействиям обладает [1, 3] принцип управления БПС по проводной или кабельной линии, обеспечивающий решение широкого круга задач в локализованной зоне действия.

Цель статьи – оценка возможности on-line определения удаления автономного подвижного объекта, управляемого по проводной линии, для повышения точности определения его координат в условиях воздействия помех на локальной территории.

Используемый метод можно отнести к методу точной привязки. Он позволяет найти абсолютное положение БПС с видеокамерой, даже когда его примерные координаты вообще неизвестны. Это достигается путем сканирования всей базы данных со снимками местности и сравнения их с текущим снимком. Имея «привязанный» к дальности снимок можно с высокой точностью определять координаты наземных объектов, обнаруженных оптико-электронной видеоаппаратурой. Сущность рассматриваемой оценки удаления БПС как метода точной привязки координат по дальности основана на применении волнового способа оценки свойств и параметров линии управления БПС как линии с распределёнными параметрами [4]. Для этого примем, что геометрический центр БПС совпадает с удалённым концом линии управления, с возможностью управляемого короткого замыкания (КЗ) конца линии. Краткий анализ методы и средства определения состояния и поиска мест повреждения линии управления БПС указывает, что оценка сводится к определению мест КЗ. Разрывы линии управления без замыкания редки. В принципе для определения места повреждения линий управления БПС пригоден метод стоячих волн.

Сущность метода стоячих волн состоит [4] в том, что к отключённой линии управления БПС подключают источник гармонического сигнала высокой частоты. В области высоких частот линию управления БПС можно считать электрической длинной линией с распределёнными параметрами. При совпадении частоты тестового сигнала и f_0 – собственной частоты резонанса электрической длинной линии амплитудное значение напряжения (тока) в начале линии управления БПС будет максимальным.

При синусоидальном тестовом сигнале частоты ω напряжение в любой точке длинной линии управления БПС можно представить в виде суммы двух слагаемых:

$$U = U_m^+ \exp(i\omega t - \gamma x) + U_m^- \exp(i\omega t + \gamma x), \quad (1)$$

где U_m^+ и U_m^- – комплексная амплитуда прямой (+) и обратной (–) волн тестового сигнала, i – мнимое число; γ – постоянная распространения; x – расстояние от начала линии управления до измеряемой точки расположения БПС, м.

Распространение волны в длинной электрической линии характеризуется постоянной распространения, которая в общем случае имеет комплексный вид

$$\gamma = \alpha + i\beta, \quad (2)$$

где α – коэффициент затухания волны в линии управления БПС, характеризует изменение амплитуды волны на единицу длины линии; β – коэффициент изменения фазы электрического сигнала в длинной линии управления БПС.

Точка, значение фазы тестового электрического сигнала в которой сохраняется неизменным, перемещается в электрической линии с v – фазовой скоростью, равной:

$$v = 2\pi f / \beta, \quad (3)$$

где $f = \omega / 2\pi$ – линейная частота изменения тестового сигнала в линии управления. Если считать начальный момент времени ввода тестового сигнала в линию управления фиксированным (например, $t=0$) и рассматривать изменение мгновенного значения тестового сигнала вдоль линии управления в зависимости от x – координаты удаления БПС, то каждое из слагаемых в (1) соответствует гармонической волне. Волна, описываемая первым слагаемым, является прямой или падающей волной. Волна, представленная вторым слагаемым, является обратной или отражённой.

Для примера алгоритма и методики применения метода стоячих волн рассмотрим алгоритм расчёта для линии управления БПС, параметры которой, в общем виде, приведены ниже. Длина линии управления БПС $l = l_k$, км; удельное активное сопротивление линии r_k , Ом/км; удельная индук-

тивность линии L_0 , Гн/км; фазовая скорость (скорость распространения волны) $v = 297000$ км/с.

Предположим, что в конце линии управления БПС (в точке места расположения БПС) произошло однофазное замыкание на землю (корпус БПС). Определим f_c – частоту тестового сигнала, при которой возникает эффект стоячих волн и оценим распределение напряжения и тока в линии управления БПС при данной частоте тестового сигнала. Рассматривая данную длинную линию управления БПС как электрическую линию без потерь, определим f_0 – собственную частоту резонанса такой линии управления:

$$f_0 = v/4l_0, \quad (4)$$

Зная f_0 – собственную частоту резонанса электрической линии управления БПС, можно определить частоту тестового сигнала, излучаемого в данную линию:

$$f_c = 2f_0, \quad (5)$$

Тогда фазовый коэффициент в линии определит следующее выражение:

$$\beta = \omega \sqrt{L_0 C_0} = \omega/v, \quad (6)$$

Волновое сопротивление линии управления БПС определит соотношение:

$$Z_0 = \sqrt{L_0/C_0}, \quad (7)$$

Длина волны тестового сигнала в линии управления БПС при этом будет равна:

$$\lambda = 2\pi/\beta, \quad (8)$$

Выражение (8) указывает на то, что длина волны распространения тестового сигнала в линии управления БПС пропорциональна расстоянию до места повреждения, в нашем случае, до геометрического центра БПС.

Результаты моделирования, численные результаты и аналитическое описание [4] статистически с удовлетворительной точностью ~10% от линейного размера БПС совпадают с данными, получаемыми, на изложенной выше, математической модели.

Список литературы

1. Слободян С.М., Цупин А.А. Лазерные навигационные системы автономных транспортных средств // Успехи современной радиоэлектроники. Зарубежная радиоэлектроника. 1988. № 6. С.13–20.
2. Bol'shanin A.A., Slobodyan S.M., Yakovlev A.R., Vasil'eva L.A. Two-channel optical transducer for an industrial inspection system // Measurement Techniques. 1987. V. 30, No. 10. С. 954–956.
3. Цупин А.А., Слободян С.М. Лазерные средства навигационного оборудования для ориентирования подвижных объектов. – М.: Мэйлер, 2013. 168 с.
4. Vashchuk S.P., Slobodyan S.M., Vashchuk D.S. A method of controlling the parameters of a sealed cable gland // Measurement Techniques. 2018. V. 61. Issue 11. P. 1148–1153.

УСКОРЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПАР ТРЕНИЯ ИЗ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА TiC-SiC

Сомов Олег Васильевич, к.т.н., с.н.с.

Каченюк Максим Николаевич, к.т.н., доцент

Сметкин Андрей Алексеевич, к.т.н., доцент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Одним из перспективных композиционных материалов для изготовления износостойких деталей, подвергающихся интенсивному износу в процессе эксплуатации, является порошковая система TiC – SiC. Эффективным способом получения изделий из такой системы является искровое плазменное спекание (ИПС). ИПС является энергосберегающим способом и экологически безопасным по сравнению с производством пар трения из свинцово-графитовой композиции НАМИ ГС-ТАФ-40 для тракторостроения.

Цель работы заключалась в проведении ускоренных стендовых испытаний пар трения из композиционного материала TiC – SiC, полученных методом ИПС для торцевого уплотнения центробежного насоса 16-08-140СП системы охлаждения дизеля Д-180 трактора Т10.

Получение композиционного материала TiC-SiC более подробно описано в ранее выполненных авторами работах [1, 2]. В настоящей работе были изготовлены методом ИПС детали пар трения типа «Кольцо» (рис. 1). Ускоренные испытания проводили с использованием модульного блока (рис. 2) к УСУ «Климат» (АО «ФИИЦ-М», г.Чехов, Московской области).

Методика ускоренных испытаний предусматривала имитацию эксплуатационных испытаний опытных пар трения торцевых уплотнений центробежных насосов системы охлаждения ДВС с ускорением в 2.0-2.5 раза. За основу оценки безотказности и долговечности объектов испытаний принимали путь, пройденный точкой среднего радиуса «пояска касания» рабочих поверхностей «Кольцо 51,5» и «Кольцо 41» (280 ч.).

В процессе испытаний определяли такие параметры как наработка на отказ и ресурс (скорость изнашивания), частота вращения (n, мин⁻¹), продолжительность, температура охлаждающей жидкости, усилие сжатия пружины шайб, масса деталей. Длина пути, пройденного точкой за 280 ч, составила 43.1·10⁸ мм, скорость изнашивания – 1.4·10⁻⁴ мм/ч. Износостойкость материала на основе TiC-SiC в паре трения в среде ОЖ-40 составила 0.9·10⁻¹¹ мм износа/мм пути трения.



а

Рисунок 1. Внешний вид деталей пары трения «Кольцо 51,5» (1) - «Кольцо 41» (2)



б

Рисунок 2. Модульный блок к стенду УСУ «Климат» для испытаний торцевых уплотнений

Определение износа колец по изменению массы показывает, что неподвижные кольца в парах трения подвержены большему износу, чем вращающиеся. Как показывают результаты испытаний, износ всех колец вращения («Кольцо 41») незначителен, соответствует 0.2% массы, максимальный износ выявлен у «Кольца 51,5» второй пары трения и составил 0.6 % массы. Оценка максимально возможного ресурса пары трения, рассчитанная из продолжительности работы «Кольца 51,5» до полного истирания буртика, показала 10084 моточасов.

Таким образом, пара трения с деталями из материала на основе TiC-SiC, обеспечивает не менее 1,5 кратный ресурс работы торцевого уплотнения центробежного насоса системы охлаждения дизеля Д180 на уровне установленного ресурса работы трактора Т10.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 17-48-590547 p_a.

Список литературы

1. Kachenyuk M.N., Somov O.V., Astashina N.B., Andrakovskaya K.E., Morozova N.V. A study of the wear resistance of a TiC-SiC composite ceramic material prepared by spark plasma sintering // *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*. 2017. Vol. 53. No. 5, Pages. 401-406. <https://doi.org/10.3103/S1068375517050064>.

2. Antsiferov V.N., Kachenyuk M.N., Smetkin A.A. Features of compaction and phase formation in the Ti-Si-C system during plasma-arc sintering // *Refractories and Industrial Ceramics*. July 2015. Vol. 56. No. 2. Pages. 168-171. <https://doi.org/10.1007/s11148-015-9806-4>

ЕВРОПЕЙСКИЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИТС ДЛЯ ФИКСАЦИИ НАРУШЕНИЙ ПДД

Ставцева Алина Андреевна, студентка

(e-mail: alinkomame@yandex.ru)

Тарусова Мария Сергеевна, студентка

(e-mail: mashane97@mail.ru.)

Васильева Виктория Владимировна, к.т.н., доцент

(e-mail: vivaorel57@gmail.com)

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева,
г.Орёл, Россия

В данной статье рассмотрены системы автоматической фиксации нарушений Правил дорожного движения, которые применяются в странах Европы.

Ключевые слова: Интеллектуальные транспортные системы, камеры автоматической фиксации, Правила дорожного движения, безопасность.

На сегодняшний день, одним из способов контроля за соблюдением ПДД на дорогах является установка камер автоматической фиксации.

Европейские страны отличаются от нашей страны тем, что штрафы за нарушения ПДД достаточно высоки (иногда даже чрезмерно высоки), а для контроля за дорожным движением используется масса камер. В Германии установлено около 3500 стационарных камер автоматической фиксации ПДД. Скоростной контроль в Германии больше нацелен на воспитание водителей, а не для наказания в виде штрафа. В Польше сейчас установлено более 400 стационарных датчиков, измеряющих скорость, еще 20 видеодетекторов фиксируют проезд на красный сигнал светофора [1].

Системы фиксации нарушений ПДД в странах Европы:

Системы видеофиксации для обнаружения транспортных средств, превысивших скорость:

- Камеры для обнаружения и фиксации средств, которые пересекли стоп-линию или специально определенное место остановки в момент загорания красного сигнала светофора.
- Камеры для обнаружения и фиксации транспортных средств, которые движутся по полосам, предназначенным только для движения автобусов. В некоторых регионах подобные полосы движения могут использоваться также такси и автомобилями, предназначенными для реализации общественных нужд.
- Камеры для фиксации транспортных средств, въехавших на платную автомагистраль без внесения соответствующей платы.
- Камеры для обнаружения и фиксации транспортных средств, переезжающих железнодорожные пути в непредназначенном для этого месте.

- Камеры для обнаружения и фиксации транспортных средств, въехавших в центр города в будние дни без внесения соответствующей платы (для стран, где взимается подобная плата).

- Камеры для обнаружения и фиксации транспортных средств, пре-секших двойную, сплошную линию.

- Камеры для обнаружения и фиксации транспортных средств, кото-рые движутся по полосам, предназначенным только для движения мар-шрутных такси.

- Поворотные камеры для обнаружения и фиксации транспортных средств, которые повернули направо или налево при загорании запрещаю-щего красного сигнала светофора. Такие камеры часто устанавливают в городах с высокой плотностью населения.

- Камеры для обнаружения и фиксации транспортных средств, кото-рые припарковались в непредназначенном для этих целей месте.

Еще одним необычным способом фиксации превышения является ви-деофиксация проезда контрольных меток на дороге. Несколько камер фик-сируют проезд авто от одной отметки на асфальте до другой, на основании известного расстояния между отметками принимается решение о скорости движения авто.

Главную угрозу для автомобилиста в Европе представляют многообраз-ные мобильные лазерные измерители скорости. Помимо мобильных лазер-ных измерителей активно внедряется последнее детище компании Jenoptik AG - стационарный лазерный фотоизмеритель скорости Poliscan (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Стационарный лазер-ный фотоизмеритель скорости Poliscan



Рисунок 2 – Стационарный нела-зерный измеритель скорости TraffiPhot

Основным нелазерным стационарным измерителем скорости является прибор TraffiPhot от той же компании Jenoptik AG, который, также, может быть использован для контроля за проездом авто на красный свет (Рисунок 2).

Измерение скорости этот прибор осуществляет безрадарным способом, используя два индукционных кольца, проложенных в дороге перед каме-рой для каждой полосы движения, где измеряется скорость.

В 2014-м в Польше стали использовать камеры нового типа — теперь на определенном участке дороги устанавливают два датчика. Они измеряют, с какой скоростью автомобиль двигался не только непосредственно в зоне действия камеры, но и между «сигнальными флажками». Разделять видео-детекторы могут и километр, и два. Подобные системы активно использу-ют в Великобритании [2].

В Австрии за непристегнутый ремень безопасности, отсутствие шлема у мотоциклистов, а также за пользование телефоном во время управления автомобилем будут наказывать по фотографиям с автоматических камер. В Европе необходимый фактор для предъявления обвинения - лицо самого нарушителя на снимке. Также камеры фиксируют эти нарушения на доро-гах Финляндии и Швеции.

Использование систем видеофиксации существенно повышает безопас-ность дорог и снижает количество аварийности.

Список литературы

1. Добрыднева В.С. Использование камер автоматической фиксации при нарушениях ПДД на дорогах Российской Федерации и за рубежом// Символ науки. – 2018. – № 7. – С. 20-23.

2. Гай Л.Е., Шутов А.И., Воля П.А., Кушенко С.В. Затормозившие явления. Возможности предупреждения // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2013. №3. С.166-169.

ИТС КОНТРОЛЯ НАРУШЕНИЯ ПДД В ГОРОДАХ

Ставцева Алина Андреевна, студентка

(e-mail: alinkomame@yandex.ru)

Милина Маргарита Юрьевна, студентка

(e-mail: milina.ma@yandex.ru)

Новиков Александр Николаевич, д.т.н., профессор

(e-mail: novikovan@ostu.ru)

*Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева,
г.Орёл, Россия*

В данной статье представлены различные системы автоматической фиксации нарушений Правил дорожного движения, применяемых в Рос-сийской Федерации.

Ключевые слова: Интеллектуальные транспортные системы, камеры автоматической фиксации, Правила дорожного движения, безопасность.

Интеллектуальная транспортная система – это интеллектуальная систе-ма, которая использует различные инновационные разработки для управ-ления автомобильными потоками, предоставляет участникам движения большую степень безопасности и осведомленности дорожной ситуацией по сравнению с традиционными транспортными системами.

Одной из таких инновационных разработок являются камеры автомати-ческой фиксации нарушений Правил дорожного движения (ПДД). Ежегод-

но количество камер автоматической фиксации нарушений ПДД становится больше. Камеры снижают аварийность на соответствующих участках дорог, повышают безопасность дорожного движения [1].

Камеры автоматической фиксации нарушений ПДД подразделяются:

- Переносные (фиксируют только превышение скорости)
- Мобильные (размещаются в машинах ДПС и общественном транспорте, видят превышение скорости, нарушение правил парковки и правил оплаты проезда для тяжелых грузовиков)
- Стационарные (устанавливаются на столбах или других опорных конструкциях и способны фиксировать самые разные виды нарушений).

Основное нарушение ПДД, фиксируемое камерами – это превышение максимальной разрешенной скорости. Но системы способны видеть различные другие нарушения:

- Движение по полосе для общественного транспорта, обочине, тротуаре, полосе встречного движения и трамвайным путям встречного направления;
- Движение на запрещающий сигнал светофора;
- Заезд за стоп-линию;
- Поворот с ряда, не предназначенного для подобного маневра, заезд за стоп-линию;
- Езда без включенных фар ближнего света;
- Нарушение требований дорожных знаков (проезд под знак «Въезд запрещен» и «Движение грузовых автомобилей запрещено»).

1. Стрелка – СТ

Одна из самых распространенных систем фиксации нарушений ПДД в России называется «Стрелка-СТ» (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Система фиксации нарушений ПДД «Стрелка – СТ»

«Стрелка – СТ» фиксирует скорость движения, заезд за стоп-линию, контролирует движение по встречной полосе, обочине, полосе общественного транспорта.

Данная камера распространяет свое действие и на грузовые автомобили, которые передвигаются в местах, запрещенных для подобных транспортных средств.

Одним из преимуществ является «дальнозоркость» камеры – она способна видеть нарушителя на расстоянии полукилометра [2].

2. АПК «АвтоУраган-ВСМ2»

АПК "АвтоУраган-ВСМ2" фиксирует 17 разных нарушений Правил дорожного движения. Комплекс фиксирует объекты, двигающиеся со скоростями до 255 км/ч, и способен обрабатывать четыре полосы движения (Рисунок 2).



Рисунок 2 – Система фиксации нарушений ПДД «АвтоУраган-ВСМ2»

3. «Автодория»

«Автодория» – система фото- и видеофиксации нарушений нового поколения, способная наказывать водителей за превышение максимально допустимой скорости, фиксировать проезд на запрещающий сигнал светофора, выезд за стоп-линию, езду по полосе для общественного транспорта или обочине, нарушения правил стоянки и остановки и другие нарушения (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Система фиксации нарушений ПДД «Автодория»

4. Радарный комплекс «Кордон»

«Кордон» отличается большим углом обзора и способен контролировать до четырех полос движения. Помимо скорости «Кордоны» могут выявлять любителей двигаться по обочинам, встречной полосе либо полосам для общественного транспорта.



Рисунок 4 – Радарный комплекс «Кордон»

5. Система «Крис»

Система «Крис», выпускается как в стационарном, так и в мобильном исполнении (Рисунок 5). Стационарный «Крис-С» крепится над проезжей частью и способен отслеживать только одну полосу движения. «Крис-С» может выявлять превышение скорости, выезд на встречную полосу и движение по полосе для общественного транспорта. Возможности мобильного комплекса ограничены: в отличие от стационарного он не может зафиксировать выезд на встречную полосу [3].



Рисунок 5 – Стационарная и мобильная система «Крис»

6. «Стрит Фалькон»

Новшеством этого года стал комплекс фиксации нарушений ПДД «Стрит Фалькон» (Рисунок 6).



Рисунок 6 – Система фиксации нарушений ПДД «Стрит Фалькон»

Камера имеет круговой обзор в 360 градусов. Внешний вид «замаскирован» под декоративный плафон уличного освещения.

Отслеживает и фиксирует остановку автомобиля в неполюженном месте. Радар-детекторами не определяется, так как не издает никаких излучений. После остановки транспортного средства в зоне видимости комплекса идет отсчет 10 секунд. На следующей секунде если ваш автомобиль продолжил находиться в том же положении – штраф 3000 рублей.

Таким образом, введение автоматизированных систем контроля за нарушениями ПДД позволит обеспечить безопасное передвижение пассажиров и грузов по российским дорогам.

Список литературы

1. Коняев С.А., Золотарев И.И. Об эффективности использования средств автоматизированной фиксации административных правонарушений в предупреждении ДТП и сохранении жизни и здоровья участников дорожного движения // Вестник Воронежского института МВД России. - 2018. - № 3. - С. 136-137.
2. Домрачев Д.Г. О некоторых вопросах применении административного законодательства в целях профилактики дорожно-транспортных происшествий в Российской Федерации // Вестник Вятского государственного гуманитарного университета. - 2018. - № 11. - С. 121-126.
3. Добрыднева В.С. Использование камер автоматической фиксации при нарушениях ПДД на дорогах Российской Федерации и за рубежом // Символ науки. – 2018. – № 7. – С. 20-23.

УДК 658.5

СТРУКТУРА БАЗЫ ДАННЫХ ВНУТРЕННИХ АУДИТОВ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА АВТОКОМПОНЕНТОВ

Степанова Кристина Михайловна, магистрант

(e-mail: o3orni3a@yandex.ru)

Научный руководитель

Суцев Анатолий Константинович, к.т.н., доцент,

действительный член Академии проблем качества

Владимирский государственный университет

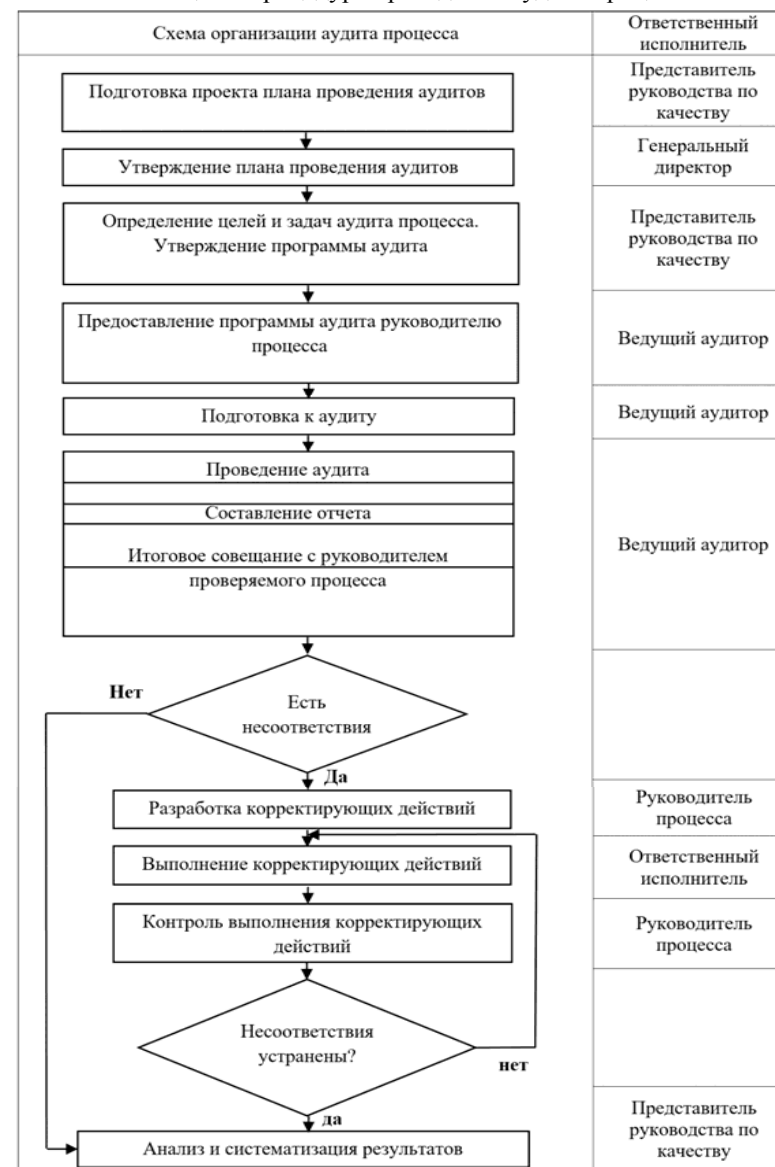
Предложен подход формирования базы данных результатов внутренних аудитов процессов производства автокомпонентов с целью систематизации и оперативного анализа информации о процессах для выработки мероприятий по улучшению их результативности и эффективности.

Ключевые слова: процесс, управление информацией, база данных, производство автокомпонентов.

Внутренние аудиты процессов производства автокомпонентов в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001-2015 предназначены для получения информации о выполнении требований, предъявляемым к процессам, и данных о результативности функционирования процессов. Такая информация необходима для проведения анализа процессов со стороны руководства с целью определения необходимых улучшений и возможных направлений совершенствования процессов для повышения эффективности производства [1]. Аудиты проводятся периодически на плановой основе и по мере их проведения накапливается необходимая информация для принятия управленческих решений по улучшению процессов. В связи с этим необходимо осуществлять регистрацию и сохранение собранной информации о процессах, полученную в ходе проведения аудитов и реализации мероприятий по устранению выявленных несоответствий.

В таблице 1 приведена процедура подготовки и проведения внутреннего аудита процесса в соответствии с [2]. При проведении аудита процесса проводится проверка соответствия установленным требованиям алгоритма выполнения процесса, согласованность деятельности подразделений – исполнителей проверяемого процесса. При этом, наряду с результатами процесса, оцениваются компоненты, влияющие на качество процесса: используемые технологии, подготовленность персонала, требуемое оборудование, материалы, производственная среда, методы и средства контроля. По выявленным в ходе аудита несоответствиям вырабатываются корректирующие мероприятия, результативность реализации которых оценивается в ходе повторных или внеплановых аудитов.

Таблица 1- Процедура проведения аудита процесса



Для организации базы данных, полученных в ходе проведения внутренних аудитов можно выделить следующие структурные группы информации: виды процессов □ входы и выходы процессов □ планы и результа-

ты аудитов. В таблице 2 приведена трехмерная структура базы данных для регистрации информации по внутренним аудитам процессов.

Таблица 2 – Структура базы данных внутренних аудитов процессов

Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
Виды процессов	Основные процессы производства автокомпонентов	Проектирование продукции
		Разработка технологий производства продукции
		Производство продукции
		Контроль качества продукции
	Обеспечивающие процессы	Управление человеческими ресурсами
		Управление инфраструктурой
		Закупка материалов и комплектующих
	Управляющие процессы	Планирование производства
		Управление информацией
		Анализ результатов процессов
Паспортные данные и нормативы процессов	Выходы процессов	Результаты контроля выполнения нормативных показателей выходов, входов и ресурсов процессов
	Входы процессов	
	Ресурсы процессов	
	Потребители и поставщики	
Планы и результаты внутренних аудитов	Планы аудитов процессов	Планы и чек-листы
	Результаты аудитов процессов	Отчеты по аудитам
	Мероприятия по устранению несоответствий	Результаты выполнения корректирующих действий

При составлении базы данных определяется перечень проверяемых процессов, вносятся сведения о руководителях и подразделениях, реализующих процессы. Далее вводится информация о выходах процессов и потребителях, входах процессов и поставщиках, а также регистрируются результаты устранения несоответствий. Таким образом формируется информация о процессах, получаемая в ходе внутренних аудитов процессов.

Список литературы

1. Рассел Д.П. Аудит процессов и методы его проведения. // Методы менеджмента качества. 2007. №5. С 8-11.
2. ГОСТ Р ИСО 19011-2012 Руководящие указания по аудиту систем менеджмента. М. Стандартинформ. 2018.

УДК 521.923

ОПТИМАЛЬНАЯ НАЛАДКА ШЛИФОВАЛЬНОГО СТАНКА НА ЖЕСТКИХ ОПОРАХ

Сулейманова Фаина Денисовна, учащаяся

Средняя школа № 1, г. Ртищево, Россия

Захаров Олег Владимирович, профессор

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., г.Саратов, Россия

Научно обоснована оптимальная наладка шлифовального станка на жестких опорах по статистическим параметрам. Представлены результаты мониторинга круглости деталей подшипников после шлифования в течение года.

Ключевые слова: шлифовальный станок, круглость, подшипник, оптимальная наладка.

При бесцентровом шлифовании с поперечной подачей наибольшие трудности вызывает обеспечение точности формы [1-3]. В частности, изготовление деталей с круглостью менее 0,002 мм по-прежнему представляет собой серьезную технологическую проблему. Отклонение от круглости на заготовке образуется в результате нарушения траектории относительного движения заготовки и инструмента и переменных погрешностей базирования. Для прецизионных деталей помимо традиционных составляющих погрешности значительный вклад вносит наследственная погрешность геометрии заготовок.

В работе [4] рассмотрена детерминированная модель бесцентрового базирования и на ее основе методика наладки шлифовального станка. Однако на практике возникли трудности в реализации такой методики. Это связано с тем, что налаживать бесцентровые шлифовальные станки на обработку конкретной заготовки нецелесообразно, а в партии отклонения формы заготовок имеют стохастический характер. Выявить доминирующую гармонику не всегда возможно, так как имеются несколько гармоник со сравнительно большими амплитудами. Кроме того, наличие случайных начальных фаз и корреляционных связей между амплитудами гармоник существенным образом усложнило задачу.

Поэтому предложено использовать метод статистического моделирования Монте-Карло по аналогии с работой [5], а наладку бесцентровых шлифовальных станков рассчитывать для конкретной партии заготовок. Такая постановка задачи требует проведения достаточно широкомасштабных экспериментальных исследований. В настоящей статье представлены наиболее значимые результаты проведенных исследований.

Цель экспериментальных исследований состояла в формировании базы данных по эмпирическим законам распределения заготовок в партиях для статистического моделирования, подтверждении геометрической наслед-

ственности отклонений формы заготовок и опытно-промышленной проверки эффективности выполненных разработок. Основная часть исследований проведена в цеховых условиях на ОАО «Саратовский подшипниковый завод» на бесцентровых шлифовальных станках на неподвижных опорах модели SWaAGL-50 фирмы VEB Berliner Werkzeugmaschinenfabrik (Германия).

Изучали операцию окончательного шлифования дорожки качения $\varnothing 28,32$ внутреннего кольца подшипника 5-830900AE1.02 из материала ШХ15-В ТУ 520-2002 с твердостью 60 – 64 HRC. Технические требования: допуск на диаметр дорожки качения – 0,03 мм, допуск на радиус сферы – 0,1 мм, отклонения от круглости – 0,0012 мм, шероховатость – $Ra = 0,32$ мкм. Режимы резания: скорость шлифовального круга – 35 м/с, скорость заготовки – 35 м/мин (шлифование попутное), подача круга черновая – 0,45 мм/мин, чистовая – 0,17 мм/мин, время выхаживания – 3 с. Шлифовальный круг – 375×6×305 24A 10 CM1 K 58. Обработку осуществляли при обильном поливе водной СОЖ. Измерения профиля поперечного сечения проводились на кругломерах Talyrond 30-PC фирмы Taylor Hobson (Великобритания).

При бесцентровом шлифовании колец подшипника 5-830900AE1.02 отклонение от круглости желоба в среднем сечении в партии имело значительный разброс, что приводило к выходу данного параметра за пределы допуска $\Delta = 1,2$ мкм и появлению брака. Обработка данных по применяемой на заводе методике включала выборку из партии 32 деталей каждый месяц и расчет вероятности брака при условии нормального закона распределения. В конечном счете, вероятность появления брака составляла от 2,39 до 12,1 % для различных партий заготовок.

На основании экспериментальных исследований и статистического моделирования по разработанной модели была предложена оптимальная наладка станка модели SWaAGL-50 при предварительном и окончательном шлифовании желоба колец подшипника 5-830900AE1.02. Наладка заключалась в установке угла между опорами $100^\circ \pm 2^\circ$. Но так как на данном станке имеются конструктивные ограничения, то был установлен минимально возможный угол между опорами 105° . Стандартное значение угла между опорами составляло 118° . Установка неподвижных опор, обеспечивающих необходимое значение угла, выполнялась по шаблону и проверялась оптическим угломером. Точность установки угла составляла $\pm 0,5^\circ$. Дополнительно учитывались ограничения на углы установки по силовым параметрам [8, 9].

Статистическая обработка данных по заводской методике показала, что при стандартной наладке среднеарифметическое значение отклонения от круглости равно 0,89 мкм, среднеквадратическое отклонение (СКО) – 0,195 мкм, при оптимальной наладке среднеарифметическое – 0,79 мкм,

СКО – 0,165 мкм. Волнистость и шероховатость поверхности заготовок при этом соответствовала техническим требованиям.

Таким образом, оптимальная наладка бесцентровых шлифовальных станков модели SWaAGL-50 при обработке колец подшипника 5-830900AE1.02 позволила снизить отклонение от круглости по среднеарифметическому значению на 11 % и СКО на 12 %, что уменьшило вероятность появления брака с 5,1 до 0,6 %.

Проведен долгосрочный мониторинг изменения отклонения от круглости в партиях колец подшипника 5-830900AE1.02 на операции окончательного шлифования на станке модели SWaAGL-50 в ПР-13 ОАО «СПЗ» в течение года. Результаты представлены на рис. 1, где показаны: K_{CA} – коэффициент исправления по среднеарифметическому значению; $K_{СКО}$ – коэффициент исправления по среднеквадратическому отклонению. Штриховой линией показана граница между обработкой заготовок при стандартной и оптимальной наладке.

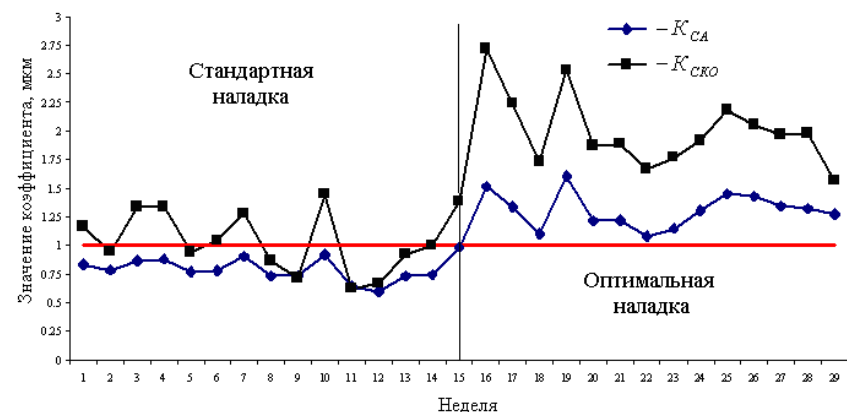


Рис. 1. Изменения коэффициентов K_{CA} и $K_{СКО}$ при шлифовании

Анализ рис. 1 показал, что в результате оптимальной наладки шлифовального станка удалось стабилизировать среднее значение и разброс отклонения от круглости в партии независимо от исходной погрешности формы заготовок. При этом отмечено стабильное снижение среднеквадратического отклонения. Коэффициенты исправления погрешности формы, как по среднеарифметическому значению, так и по среднеквадратическому отклонению увеличились в 1,5 – 2 раза и их абсолютное значение превысило 1. Таким образом, оптимальная наладка способствовала более эффективному исправлению отклонений формы заготовок в поперечном сечении.

Список литературы

1. Абразивная и алмазная обработка материалов: справочник / под ред. А. Н. Резникова. М.: Машиностроение, 1977. 391 с.
2. Филькин В.П. Прогрессивные методы бесцентрового шлифования / В.П. Филькин, И.Б. Колтунов. М.: Машиностроение, 1971. 204 с.
3. Демьяненко Е.Г. Способ пластического структурообразования / Е.Г. Демьяненко, И.П. Попов, Ф.В. Гречников // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2012. № 5 (36). С. 241-244.
4. Захаров О.В. Бесцентровое шлифование конических поверхностей на станках с продольной подачей / О.В. Захаров // Автоматизация и современные технологии. 2006. № 7. С. 14-16.
5. Захаров О.В. Настройка бесцентровых суперфинишных станков на основе численного моделирования и оптимизации / О.В. Захаров // Вестник машиностроения. 2003. № 12. С. 48-50.
6. К исследованию режимов ленточного шлифования поверхностей качения бандажей и роликов технологических барабанов / И.В. Шрубченко, В.Ю. Рыбалко, Л.В. Мuryгина, Н.А. Щетинин // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2013. № 3. С. 77-81.
7. Зависимость формы и погрешности профиля деталей от характеристики абразивного инструмента и величины его перебега / В.В. Иванов, А.Н. Васин, Б.М. Изнаиров, О.Ю. Давиденко, О.П. Решетникова и др. // СТИН. 2017. № 6. С. 32-34.
8. Захаров О.В. Управление точностью бесцентрового шлифования статистическими методами / О.В. Захаров // Мехатроника, автоматизация, управление. 2009. № 9. С. 32-35.
9. Захаров О.В. Стабильность силового замыкания контакта при бесцентровом шлифовании на неподвижных опорах / О.В. Захаров // СТИН. 2011. № 7. С. 8-10.

УДК 531.7

**ИЗМЕРЕНИЕ КРУГЛОСТИ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ
НА РЕГУЛИРУЕМОЙ ПРИЗМЕ***Сулейманова Фаина Денисовна, учащаяся**Средняя школа № 1, г. Ртищево, Россия**Захаров Олег Владимирович, профессор**Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А., г.Саратов, Россия*

Обоснована новая стратегия бесцентрового контроля круглости деталей на основе адаптивной наладки прибора. Представлена математическая модель, позволяющая рассчитать и затем минимизировать систематическую погрешность измерения. Разработан прибор для бесцентрового контроля с изменяемым углом призмы и положением датчика малых линейных перемещений.

Ключевые слова: бесцентровое измерение круглости, систематическая погрешность, адаптивная наладка, программное обеспечение.

Различные требования к точности, производительности и условиям контроля привели к созданию множества методов и средств измерения, каждый из которых не может быть универсальным и имеет свою рациональную область применения. На практике для контроля круглости наибольшее применение получили кругломеры, координатно-измерительные машины и приборы с двух- и трехточечным контактом [1]. Кругломеры и координатно-измерительные машины имеют высокую стоимость, требуют высококвалифицированного обслуживания и специальной организации рабочего места. Поэтому они преимущественно применяются в центральных метрологических лабораториях предприятий. В цеховых условиях получили распространение приборы с двухточечным контактом (скобы, микрокаторы) или трехточечным контактом (комбинации призм и датчиков линейных перемещений).

Сущность бесцентрового метода измерения состоит в том, что деталь вращается и опирается на базирующие поверхности призмы непосредственно измеряемой поверхностью, а датчик линейных перемещений фиксирует совокупное проявление круглости и отклонения от соосности. Это приводит к возникновению систематической погрешности измерений, достигающей до 100 % [2-4].

Известные попытки минимизировать методическую погрешность на основе конструктивных решений прибора и разработки специальных методик обработки результатов измерения позволили лишь частично решить проблему [5-7]. Основная трудность заключается в создании математической модели измерения высокой степени адекватности. Поэтому разработана новая модель бесцентрового измерения, использующая численные методы и гармонический анализ. С помощью нее выполнено моделирова-

ние и обоснована реальная возможность минимизации систематической погрешности измерения на основе создания информационно-измерительного комплекса, использующего адаптивную наладку.

Математическое описание процесса измерения рассматривается в три этапа: нахождение центра средней окружности профиля детали после базирования, определение радиусов измеренных датчиком точек профиля, расчёт круглости по измеренным точкам [9]. На основе математической модели бесцентрового измерения разработаны алгоритм и эскизный вариант программы на языке C++ (рис. 1).

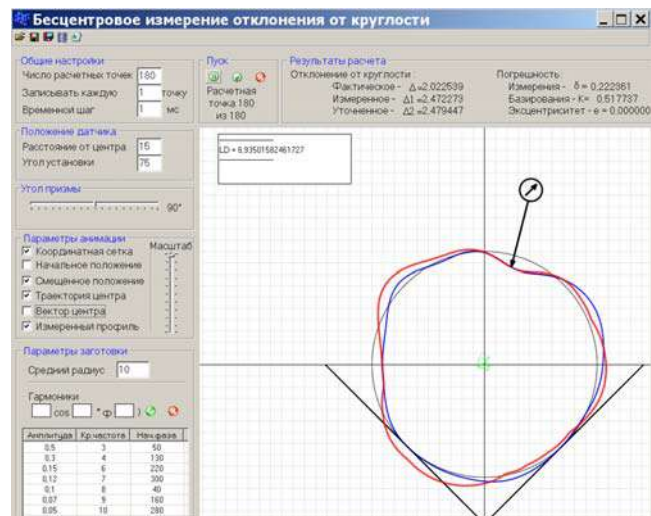


Рис. 1. Моделирование бесцентрового измерения круглости

С помощью разработанной математической модели и программы выполнено моделирование для реальных деталей и доказана возможность минимизации систематической погрешности измерения до 1-2 % [10].

Для реализации стратегии адаптивного контроля разработана конструктивная схема прибора с изменяющимся углом раскрытия призмы и угловым положением датчика линейных перемещений (рис. 2).

Разрабатываемое программное обеспечение информационно-измерительного комплекса для контроля круглости предназначено для машино- и приборостроительных предприятий при серийном и массовом производстве высокоточных деталей. Результаты будут востребованы как на территории Российской Федерации, так и за рубежом. Особую актуальность данная разработка приобретает в связи с необходимостью импортозамещения для оборонно-промышленных предприятий. Информационно-

измерительный комплекс также можно использовать в учебных целях в лаборатории метрологии, стандартизации и сертификации.

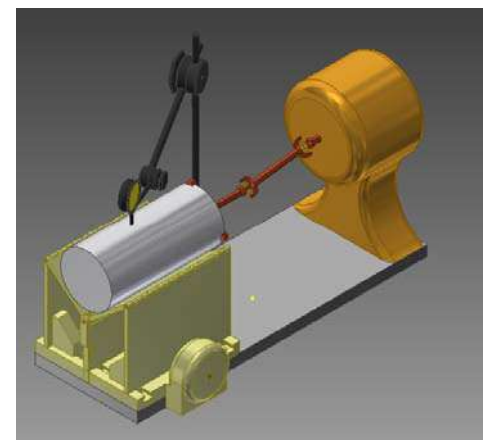


Рис. 2. Конструктивная схема прибора для бесцентрового измерения круглости

Список литературы

1. Каменев С.В. Основы автоматизированных координатных измерений: учебное пособие / С.В. Каменев, К.В. Марусич. Оренбург: ОГУ, 2017. 120 с.
2. Авдулов А.Н. Контроль и оценка круглости деталей машин / А.Н. Авдулов. М.: Изд-во стандартов, 1974. 176 с.
3. Новое поколение накладных кругломеров / Б.П. Тимофеев, М.М. Свиткин, И.Д. Гебель, С.Ю. Млокосевич // Датчики и системы. 2006. № 1. С. 49-54.
4. Захаров О.В. Формообразование сложных поверхностей с применением адаптивных систем контроля / О.В. Захаров. Саратов: СГТУ, 2014. 256 с.
5. Захаров О.В. Измерение отклонения от круглости с использованием гармонического анализа / О.В. Захаров // Контроль. Диагностика. 2006. № 1. С. 49-51.
6. Влияние точности тел качения на эффективность сборки упорно-радиальных шарикоподшипников / А.В. Королев, А.С. Яковичин, А.А. Королев, О.Ю. Давиденко, Б.М. Изнаиров, А.Ф. Балаев и др. // СТИН. 2016. № 6. С. 35-40.
7. Иванов В.В. Компьютерное имитационное моделирование процесса гидроабразивного резания / В. В. Иванов, М. К. Решетников // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2015. №2 (79). С. 46-49.
8. Болотов М.А. Повышение точности оценки отклонения расположения в координатных измерениях профилей лопаток компрессора и турбины газотурбинного двигателя / М.А. Болотов, В.А. Печенин, Н.В. Рузанов // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2014. № 5-3. С. 202-211.
9. Захаров О.В. Управление точностью бесцентрового шлифования статистическими методами / О.В. Захаров // Мехатроника, автоматизация, управление. 2009. № 9. С. 32-35.
10. Захаров О.В. Методические основы гармонического анализа круглограмм / О.В. Захаров, В.В. Погораздов, А.В. Кочетков // Метрология. 2004. № 6. С. 3-10.

УДК 621.9

РАЗРАБОТКА ПРОГРЕССИВНОЙ КОНСТРУКЦИИ РЕЖУЩЕ-ВЫДАВЛИВАЮЩЕГО МЕТЧИКА*Сулейманова Фаина Денисовна, учащаяся**Средняя школа № 1, г. Ртищево, Россия**Захаров Олег Владимирович, профессор**Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., г. Саратов, Россия*

Представлена прогрессивная конструкция режуще-выдавливающего метчика. Разработанный метчик имеет комбинированную схему срезания и деформирования металла и винтовое расположение зубьев. Указанные особенности обеспечивают получение точности резьбы 4Н5Н.

Ключевые слова: резьба, метчик, прогрессивная конструкция, комбинированная схема резания.

Получение резьб высокого качества в малопластичных материалах вызывает трудности как при обработке резанием, так и при обработке пластическим деформированием. Поэтому для изготовления таких резьб целесообразно применение комбинированных метчиков. Однако они не получили широкого распространения из-за ряда серьезных недостатков, имеющих у существующих конструкций [1-4]. Авторами разработана новая конструкция режуще-выдавливающего метчика (РВМ) с винтовым расположением выдавливающих гребней и стружечных канавок (спиральный РВМ), которая исключает недостатки, присущие известным конструкциям.

Все конструкции РВМ по принципу совмещения процессов резания и пластического деформирования можно разделить на две группы: метчики с режуще-деформирующими зубьями [6, 7] и РВМ с режущей и выдавливающей частями на заборном конусе [8]. Метчики первой группы формируют резьбу последовательным попеременным срезанием и деформированием металла, так как каждый зуб на заборном конусе имеет режущий и деформирующий участки. Окончательный профиль резьбы образуется деформирующим участком последнего зуба (и первым витком калибрующей части). Следует сказать, что в этом случае незначительна величина упрочнения обработанной резьбы, кроме того, режущая часть зуба вынуждена срезать слои металла, упрочненные деформирующей частью предыдущего зуба. У метчиков, отнесенных ко второй группе, определенная часть зубьев заборного конуса вырезает металл, а другая его часть осуществляет пластическое деформирование.

Характерной особенностью существующих конструкций РВМ является профильная или измененная профильная схема срезания слоев. Данные схемы оптимальны для деформирующей части, но в этом случае режущая часть работает в неблагоприятных условиях, что вызывает повышенный крутящий момент и снижение стойкости инструмента в целом.

Другой недостаток, имеющийся у всех перечисленных конструкций РВМ, заключается в возможности попадания стружки в зону выдавливающих гребней. Это приводит к снижению качества резьбы, резкому возрастанию крутящего момента и часто - к поломкам инструмента.

Спиральный РВМ не имеет указанных недостатков [9]. Он состоит из заборного конуса 1, калибрующей части 2 и хвостовика (рис. 1). Режущие кромки г, д, е, ж и выдавливающие гребни имеют однонаправленное винтовое расположение с углом подъема ω . Заборный конус состоит из двух участков - «а» и «б». На участке «а» выполнены винтовые стружечные канавки под углом ω , дно канавок располагается под углом ψ к оси метчика. Расположение стружечных канавок по винтовой поверхности с направлением, обратным направлению резьбы, и с наклоном dna под углом $\psi > \phi$ обеспечивает отвод стружки вперед, предохраняя от ее попадания участок «б» заборного конуса и калибрующую часть.

Спиральный РВМ имеет более прогрессивную комбинированную схему формообразования (рис. 1, б). Заборный конус на участке «а» (сечение А-А) имеет цилиндрическую резьбу и вырезает металл по генераторной схеме (см. рис. 1, б). Задний угол $\alpha=7...8^\circ$ образуется на режущих зубьях в результате наличия огранки «К» как на резьбе с полным профилем. Другая часть заборного конуса (участок «б») длиной 2 шага резьбы без канавок производит формирование резьбы методом пластического деформирования по профильной схеме. На участке «б» поперечное сечение (сечение Б-Б) подобно сечению калибрующей части. Калибрующая часть аналогична калибрующей части обычных бесстружечных метчиков.

Необходимо отметить, что такая форма заборной части получается при раздельном шлифовании рабочей части инструмента по конусу и профилю без каких-либо дополнительных наладок только за счет применения специальной копирной линейки к резьбошлифовальному станку.

Переменная форма поперечного сечения, меняющегося от вогнутого к выпуклому, и расположение резьбы режущей части на цилиндре, а не на конусе увеличивают прочность поперечного сечения инструмента и жесткость зубьев.

Получена теоретическая зависимость для определения диаметра исходного отверстия под формирование резьбы РВМ и допуска на его изготовление.

Диаметр исходного отверстия изменяется в пределах между внутренним и средним диаметрами резьбы в зависимости от длины стружечной канавки. Допуск на диаметр отверстия под резьбу для РВМ для рекомендуемой длины стружечной канавки, равной 0,7 длины заборного конуса, в 1,4 раза больше, чем для бесстружечного метчика, как в случае открытого, так и закрытого контура.

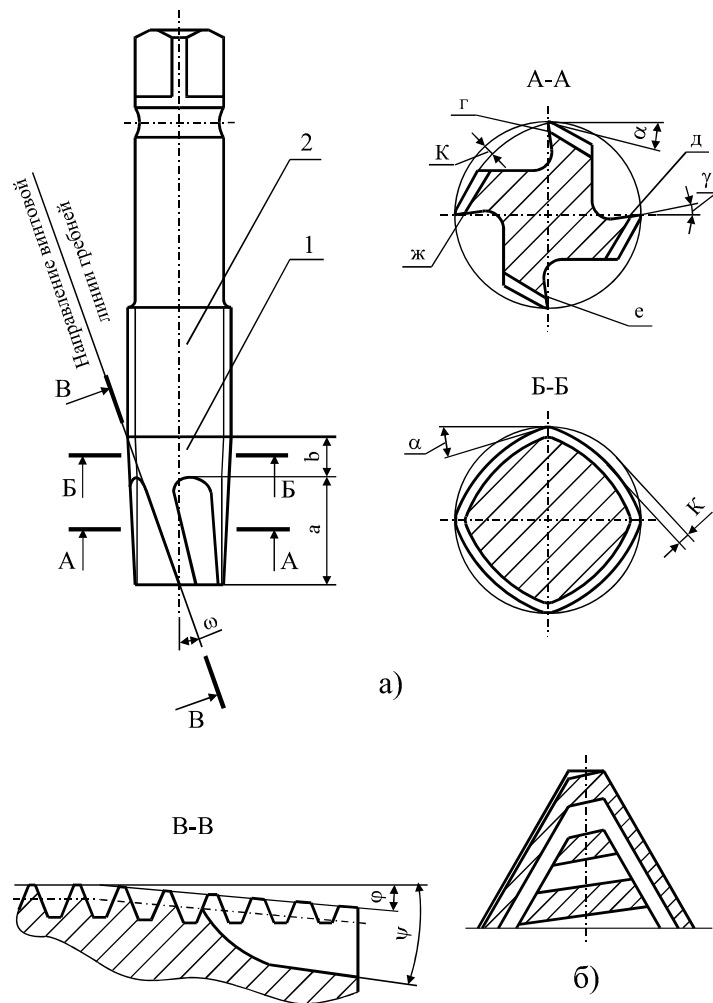


Рис. 1. Спиральный режуще-выдавливающий метчик

Спиральный режуще-выдавливающий метчик предназначен для изготовления сквозных или глухих с увеличенным сбегом резьб. Особенно целесообразно его применение для обработки отверстий, полученных штамповкой, а также отверстий, имеющих косой или ступенчатый выход. Производственные испытания на ряде заводов показали, что разработанная конструкция обеспечивает получение резьбы степени точности 4Н5Н и 5Н6Н высокого качества в малопластичных материалах (сталих 45, 40Х и др.).

Список литературы

1. Афонин А.Н. Резьбонакатывание. Библиотека технолога / А.В. Киричек, А.Н. Афонин. М.: Машиностроение, 2009. 312 с.
2. Погораздов В.В. Геометро-аналитическая поддержка технологий формообразования винтовых поверхностей: учеб. пособие / В.В. Погораздов, О.В. Захаров. Саратов: СГТУ, 2004. 72 с.
3. Афонин А.Н. Расчет профиля заборной части резьбонакатного инструмента / А.В. Киричек, А.Н. Афонин, И.Б. Кульков // СТИН. 2000. № 8. С. 20-25.
4. Захаров В.В. Инструмент для изготовления точных внутренних резьб: Учеб. пособие. – Саратов, 1994. – 103 с.
5. Захаров О.В. Бесцентровое шлифование конических поверхностей на станках с продольной подачей / О.В. Захаров // Автоматизация и современные технологии. 2006. № 7. С. 14-16.
6. Захаров О.В. Проектирование формообразующих систем бесцентровых суперфинишных станков / О.В. Захаров, В.В. Погораздов. Саратов: СГТУ, 2004. 140 с.
7. Коноплев В.Н. Метчики для нарезания резьбы в отверстиях с косым или ступенчатым выходом / В.Н. Коноплев // Технология машиностроения: научн. сб., вып. 26. Тула, 1972. С. 18-38.
8. Рикман С.Ф. Метчики для точных резьб в малопластичных материалах / С.Ф. Рикман // Машиностроитель. 1990. № 11. С. 17.
9. Иноземцев Г.Г. Инструмент для изготовления точных внутренних резьб комбинированным методом / Г.Г. Иноземцев, В.В. Захаров, О.В. Захаров // Исследования станков и инструментов для обработки сложных и точных поверхностей: Межвуз. научн. сб. Саратов, 1998. С. 99-103.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ НА ОСНОВЕ ОПЫТА РОССИЙСКОГО КОМПЛЕКСНО- СИСТЕМНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ УСЛОВИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

*Сырейщикова Нэлли Владимировна, к.т.н., доцент, доцент
Гузев Виктор Иванович, д.т.н., профессор, зав. кафедрой
технологии автоматизированного машиностроения
Южно-Уральский государственный университет (НИУ),
г. Челябинск, Россия*

В настоящее время продукция, выпускаемая предприятиями машиностроительной отрасли, как и некоторых других отраслей не пользуется высокой популярностью из-за ее низкой конкурентоспособности. Основной причиной низкой конкурентоспособности машиностроительной продукции можно назвать вовлечение в производство материалов, несоответствующих по качеству предъявляемым к ним требованиям. А так как за соблюдением качества производимого товара ответственность несет производитель, то именно для него обеспечение качества путем эффективного входного контроля материалов, сырья и комплектующих является объективной необходимостью, обеспечивающей предотвращение условий возникновения вышеуказанной проблемы, что и определяет актуальность данной работы [1].

На кафедре технологии автоматизированного машиностроения Южно-Уральского государственного университета выполнена работа по улучшению процесса входного контроля сырьевых материалов и комплектующих на основе накопленного опыта российского комплексно-системного управления качеством с применением статистических методов менеджмента качества и ориентацией на требования стандартов ИСО серии 9000 и методы всеобщего управления качеством (TQM) [2–4; 10].

Было проведено аналитическое исследование основных методов входного контроля сырьевых материалов и комплектующих, позволяющих для условий предприятия значительно сократить потери различного рода и повысить конкурентоспособность выпускаемой предприятием продукции. Был осуществлен их анализ, рассмотрены достоинства и недостатки каждого метода. В зависимости от возможности использования продукции были рассмотрены неразрушающий и разрушающий виды входного контроля. В свою очередь был проведен анализ следующих видов неразрушающего контроля: акустического, капиллярного, магнитного, оптического, радиационного, радиоволнового, теплового, методов контроля течеисканием, электрического и электромагнитного методов. Кроме того, из разрушающих методов контроля проанализированы следующие: механические испытания, металлографические исследования, химический анализ, спектральный анализ, коррозионные испытания [2–5].

В результате проведенного анализа выделены следующие методы разрушающего контроля: механическое испытание; металлографическое исследование; химический анализ; спектральный анализ; коррозионное испытание. Из рассмотренных методов неразрушающего контроля выбран для применения оптический метод, как наиболее оптимальный для данного предприятия, который позволит повысить качество закупаемых на производство сырья, продукции, комплектующих и снизить количество рекламаций от внутренних и внешних потребителей из-за дефектов качества.

Для повышения эффективности процесса входного контроля были использованы основные статистические методы менеджмента качества: система сбора данных (контрольный листок); средства и методы для анализа нечисловых данных (диаграмма Исикавы, диаграмма последовательности); средства и методы для анализа числовых данных: диаграмма Парето, диаграмма рассеивания, стратификация, гистограмма; новые статистические методы: диаграммы сходства и граф взаимозависимости и дополнительные статистические методы: технология структурирования функции качества (QFD) [3, 6, 7].

Разработан процесс «Совершенствование процесса входного контроля сырьевых материалов и комплектующих». Для описания составлен паспорт процесса, а так же определены основные элементы: владелец, поставщики, потребители, входы, выходы, ресурсы, управление процессом. Определена матрица распределения ответственности персонала. Процесс выделен из общей схемы процессов предприятия, визуализирован и декомпозирован с помощью IDEF-моделирования и компьютерной программы BPwin [8], что значительно упрощает его реализацию и понимание. Разработаны оценочные показатели процесса и их аналитические модели. Установлены количественные критерии разработанных оценочных показателей процесса [5–7].

В качестве одного из контролируемых параметров процесса был принят коэффициент общей эффективности контроля ($k_{офк}$). Данный коэффициент позволяет получать информацию о том, насколько эффективно используется имеющееся оборудование для контроля.

$k_{офк}$ рассчитывается следующим образом:

$$k_{офк} = Z_{врем} \times Z_{мощн} \times k_{годн}, \quad (1)$$

где $Z_{врем}$ – загруженность по времени;

$Z_{мощн}$ – загруженность по мощности;

$k_{годн}$ – коэффициент выхода годных деталей.

Другим контролируемым параметром процесса было принято – количество дефектов (N), переходящих на следующую операцию определяемое по формуле:

$$N = D_i - D_{new}, \text{ ед.}, \quad (2)$$

где D_i – общее количество дефектов, выявленных на i -той операции, ед.;

D_{new} – количество вновь обнаруженных дефектов из общего числа дефектов i -той операции, которые не были обнаружены на предыду

щей операции, ед.

Время на устранение обнаруженной проблемы было принято уславливать путем определения количества дней, прошедших от дня обнаружения до дня устранения проблемы. Границы допустимых значений приняты в пределах 5-ти рабочих дней, в зависимости от сложности проблемы.

Время на выявление причины обнаруженной проблемы было принято подсчитывать в процессе определения количества дней, прошедших со дня обнаружения, до дня выявления причины проблемы. Причина выявленной проблемы должна быть обнаружена в пределах 3-х рабочих дней со дня обнаружения проблемы.

Был разработан интегральный показатель конкурентоспособности продукции (Q_i) по i -му параметру, определяемый по формуле:

$$Q_i = \frac{P_i}{P_{i0}}, \quad (3)$$

где P_i – величина i -го параметра товара;

P_{i0} – величина i -го параметра для товара-эталоны.

Для регламентации требований к порядку и правилам осуществления усовершенствованного процесса входного контроля, установления всех необходимых видов документов и правил их оформления, а так же распределения ответственности персонала предприятия был разработан стандарт организации «Входной контроль металлоизделий, сырья и комплектующих». Разработанный стандарт был апробирован в условиях предприятия и внедрен для использования.

Для повышения надежности процесса входного контроля материалов, сырья и комплектующих, а так же решения стоящих перед данным процессом таких задач, как: регистрация и анализ статистических данных о фактическом уровне качества получаемой продукции, разработка на их основе предложений по повышению качества, были созданы рекомендации по применению статистических методов контроля качества входной продукции: контрольного листка, диаграммы Парето, ABC-анализа и др.). Данные рекомендации определяют содержание статистических методов контроля качества, устанавливают порядок проведения процесса применения методов и его оформление для анализа основных причин несоответствий.

Освоение результатов проведенной НИР позволило достичь уменьшения количества внешних отказов, и следовательно, сокращения затрат на хранение и возврат бракованных партий продукции поставщикам, сокращения затрат на повторный контроль и испытания, уменьшения расходов на командировки, снижения уровня денежных выплат и пр.

Работа имеет практическую ценность, а результаты – апробированы и реализованы на предприятии.

Список литературы

1. Бондаренко, С.И. Конкурентоспособность продукции металлургического комплекса России / С.И. Бондаренко. – М.: «Научная книга», 2012. – 103 с.
2. Пшеничникова, Д.А., Сырейщикова Н.В. Улучшение процесса входного контроля сырьевых материалов и полуфабрикатов с помощью применения статистических методов менеджмента качества // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: матер. V Всерос. науч.-технич. конф. – Екатеринбург: Урал. гос. университет, 2009. – Ч.1. – С. 116–119.
3. Пшеничникова, Д.А., Сырейщикова Н.В. Как внедрить статистические методы в процесс входного контроля // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: матер. VI Всерос. науч.-технич. конф. – Екатеринбург: Урал. гос. университет, 2010. – Ч.1. – С. 246–248.
4. ГОСТ 24297-2013. Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля. – М.: Стандартиформ, 2014. – 15 с.
5. Рощина, Ю. Методы контроля качества металлопродукции / Ю. Рощина // Неразрушающий контроль. – М.: Высш. шк., 2010. – № 10 (84). – С. 197–212.
6. ГОСТ Р 50779.30-95. Статистические методы. Приемочный контроль качества. Общие требования. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1995. – 40 с.
7. Винокурова, В.И., Сырейщикова Н.В. Применение статистических методов на предприятии // Прогрессивные технологии в машиностроении: тематич. сб. научн. тр. – Челябинск. Изд. центр ЮУрГУ, 2011. – С. 91–96.
8. Кимличенко, Н.В., Сырейщикова Н.В. Совершенствование системы организации управления производством предприятия инструментами менеджмента качества // 40-ые Гагаринские чтения: научн. тр. Междунар. молодежной научн. конф. – М.: МАТИ, 2014. Т 6. – С. 33–34.
9. Горшкова, А.В. Сырейщикова Н.В. Повышение конкурентоспособности продукции путем применения инновационных технологий // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: матер. V Всерос. науч.-технич. конф. – Екатеринбург: Урал. гос. университет, 2009. – Ч.1. – С. 127–130.
10. ГОСТ Р ИСО 9001–2015. Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Стандартиформ. 2015. – 27 с.

ОБ УПРАВЛЕНИИ СЕТЯМИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ*Теслив Игорь Николаевич, специалист**(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)**ПАО "Ростелеком", г. С-Петербург, Россия*

Статья посвящена обсуждению характеристик управления различными сетями, в которых происходит передача информационных потоков.

Ключевые слова: информационный поток, компьютерная сеть, управление.

Рассмотрим процесс устранения неисправностей в сети передачи данных.

В данном случае в систему поступают два вида информации:

1. Служебные сообщения, полученные от сетевых устройств. Сообщения данного типа генерируются устройством по факту возникновения какого-либо события, возникающего в процессе работы системы.

2. Информация о временных и качественных характеристиках потоков сетевого трафика: количество потерь пакетов в единицу времени, временная задержка при передаче пакета от источника до получателя, вариация задержки [1, 2].

При обработке данной информации системой, необходимо задать значения допустимых характеристик определенных потоков сетевого трафика, превышение которых будет считаться аномальным.

Далее произведем декомпозицию процесса устранения неисправностей.

Рассмотрим особенности данного подхода.

Блок А1. Данный блок предназначен для сбора и фильтрации служебных сообщений устройств [3, 4].

На вход блока поступают сообщения о произошедших событиях в работе сетевых устройств.

В зависимости от настройки оборудования их может приходиться достаточно большое количество в единицу времени.

Поэтому необходимо применить фильтрацию данных сообщений и на выход блока А1 отправить только те сообщения, генерация которых может быть связана только с событиями, критично влияющими на работу системы.

Блок А2. Данный блок предназначен для определения статистических характеристик потоков трафика.

На вход блока поступает трафик от устройств [5, 6]. В зависимости от типа передающей среды и используемых технологий, для расчета статистических характеристик необходимо применять поправочные коэффициенты.

Также при расчете необходимо учитывать и тип трафика. Например, для передачи голоса устанавливаются более жесткие характеристики по времени задержки и вариации задержки, чем к потоку пользовательских данных [7, 8].

Блок А3. На данном этапе происходит анализ информации поступившей от блока А1 и А2 и определяется факт возникновения аномалии в работе системы.

Определение аномалии в работе осуществляется путем сравнения возникших событий с базой данных сигнатур либо по отклонению от установленных статистических характеристиках потоков трафика.

В первом случае признаком аномалии в поведении системы может служить частичное соответствие последовательности событий сигнатуре.

Блок 4. Данный блок предназначен для диагностики системных аномалий и выработке решений по их устранению. При разработке экспертной системы выбрана нечеткая модель. Это связано с тем, что значительная часть информации о причинах и источниках неисправности может быть получена только экспертным путем.

Список литературы

1. Клишина О.Ю. Об особенностях характеристик линий передачи данных // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 27-29.
2. Кострова В.Н., Цепковская Т.А. Проблемы моделирования беспроводных сетей // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 61-63.
3. Русанов П.И., Юрочкин А.Г. Проблемы сетевого моделирования // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 64-66.
4. Воронин В.В. Об испытаниях беспроводных сетей wi-fi // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 76-78.
5. Будко Н.А., Будко Р.Ю., Будко А.Ю. Применение ИНС в интерфейсах человек - машина // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 1 (24). С. 328-340.
6. Васильев В.И., Шамсутдинов Р.Р. Интеллектуальная система обнаружения сетевых атак на основе механизмов искусственной иммунной системы // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 521-535.
7. Преображенский А.П. О применении расчетно-экспериментального подхода при исследовании распространения волн wi-fi внутри помещения // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 71-72.
8. Преображенский А.П., Хромых А.А. Характеристики распространения радиоволн в подземных беспроводных системах связи // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2013. № 2 (2). С. 5.
9. Организация построения информационных систем обеспечения управления высшим учебным заведением/ Николаев В.Н., Титова Г.С.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 1. С. 245-249.
10. Оценка эффективности локальной вычислительной сети при решении главной и обеспечивающих задач/ Николаев В.Н., Рогатин С.И., Коломиец Е.А., Атакишев О.И.// Известия Юго-Западного государственного университета. 2019. Т. 23. № 2. С. 174-185.
11. Организация инфраструктуры производства базовых информационных ресурсов научно-промышленного предприятия/ Николаев В.Н., Макарыш И.В.// Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2013. № 1. С. 93-100.
12. Модель оценки надежности пропускной способности двухуровневой системы обработки геопрограммированной информации коллективного пользования/ Николаев В.Н.// Системы управления и информационные технологии. 2006. № 3 (25). С. 23-26.

13. Метод управления технико-экономическими ресурсами телекоммуникационной инфраструктуры геоинформационной системы предприятия/ Николаев В.Н., Мяснякина Д.В.// Телекоммуникации. 2014. № 11. С. 34-38.

14. Геоинформационные системы и информационные технологии в телекоммуникациях/ Николаев В.Н.// Телекоммуникации. 2016. № 5. С. 38-41.

О СИСТЕМЕ РАСПРЕДЕЛЕННОГО МОНИТОРИНГА В ЖКХ

Теслив Игорь Николаевич, специалист

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

ПАО "Ростелеком", г. С-Петербург, Россия

В статье рассматриваются характеристики системы, в которой осуществляется распределенный мониторинг.

Ключевые слова: мониторинг, компания, развитие.

В настоящее время эффективность работы сотрудников предприятий жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) напрямую зависит от своевременного получения достаточной информации об объектах и инженерных коммуникациях, которые находятся на их обслуживании [1, 2].

Поэтому задача оперативного мониторинга инженерно-коммуникационных узлов энергетических сетей и объектов коммунального фонда является достаточно актуальной и требует использования передовых технологий, а так же применения математических и статистических методов.

Рассмотрим решение данной задачи на примере создания серверной части системы оперативного мониторинга городских тепловых сетей.

Кроме того, на сегодняшний день важной задачей является оптимизация потребления энергоресурсов, прогнозирование их потерь в связи с всевозможными внештатными ситуациями. Одной из задач проектируемой системы является предоставление помощи при принятии решений [3, 4] руководителю предприятия и инженерному персоналу по корректировке плана расхода тепловых и энергетических ресурсов жилым фондом.

При этом крайне важно для повышения корректности принимаемого решения, осуществить внедрение в систему алгоритмов интеллектуального анализа данных.

Процесс создания системы традиционно необходимо начать с построения серверной части, а именно выбора ее архитектуры [5, 6].

Одним из ключевых моментов реализации информационно-аналитической системы является выбор способа и средств хранения, обработки и представления данных.

Наиболее распространенным способом хранения информации являются базы данных.

Специальным образом организованная и хранящаяся во внешней памяти компьютера взаимосвязанная информация (данные) об объектах называется

ся базой данных (БД). Система программ, позволяющая создавать БД, обновлять хранимую в ней информацию [7, 8], обеспечивающая удобный доступ к ней с целью просмотра и поиска, называется системой управления базами данных (СУБД) [9, 10].

Современная СУБД должна также обеспечивать возможность работы с БД в глобальных и локальных сетях. Интерфейсы, посредством которых СУБД взаимодействует с внешним миром, можно разделить по типу доступа: прямой, реляционный и объектный.

В данном случае стоит обратить внимание на технологию объектореляционной проекции. ORM-запись объектов программы в реляционную базу данных, отображение объекта и его представления в виде набора таблиц.

ORM — технология программирования, которая связывает базы данных с концепциями объектно-ориентированных языков программирования, создавая «виртуальную объектную базу данных».

ORM избавляет программиста от написания большого количества кода, часто однообразного и подверженного ошибкам, тем самым значительно повышая скорость разработки.

Кроме того, большинство современных реализаций ORM позволяют программисту при необходимости самому жёстко задать код SQL-запросов, который будет использоваться при тех или иных действиях (сохранение в базу данных, загрузка, поиск и т. д.) с постоянным объектом.

Тем самым достигается, использование всех достоинств реляционных баз данных и объектного подхода к созданию систем.

Таким образом, при построении серверной части в качестве архитектуры следует принять трехуровневую модель, а при создании хранилища архивных данных следует взять за основу технологию объектореляционной проекции.

Данные технологии позволяют, минуя многие сложности создать распределенную систему мониторинга.

Список литературы

1. Кизим А.В., Матюхина А.В., Кравец А.Г., Мединцева И.П. Программный комплекс поддержки модернизации технических систем // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 311-324.
2. Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Построение многокритериальной модели работы предприятия // Наука Красноярья. 2017. Т. 6. № 3-4. С. 183-188.
3. Преображенский А.П. О возможностях ускорения вычислений при решении задач // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 67-68.
4. Львович И.Я., Кравцова Н.Е., Чупринская Ю.Л. Особенности решений для обработки текстовых данных // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 89-92.
5. Кострова В.Н., Цепковская Т.А. Проблемы моделирования беспроводных сетей // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 61-63.
6. Русанов П.И., Юрочкин А.Г. Проблемы сетевого моделирования // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 64-66.
7. Шапаев А.В., Юдаков Д.А. О характеристиках прогнозирующих алгоритмов // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 67-69.

8. Шапаев А.В., Юдаков Д.А., Часовской А.А. Проблемы поиска текстовой информации в больших объемах данных // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 113-115.

9. Даценко Н.В., Горбатенко С.А., Горбатенко В.В. Адаптивная автоматизированная система как средство дифференциации обучения при подготовке специалистов в области информационных технологий // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 382-390.

10. Львович Я.Е., Питолин А.В., Сорокин С.О. Оптимизация проектирования многоаспектной цифровой среды системы однородных объектов на основе процедур декомпозиции и агрегации // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 186-195.

11. Подход к оценке эффективности создания инновационной геоинформационной продукции/ Николаев В.Н., Горбатенко С.А., Зайцев С.А., Толстолыткин А.В., Шуклина А.А.// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2015. № 5 (10). С. 29-34.

12. Информационная система обеспечения управления образовательным медицинским учреждением/ Николаев В.Н., Гранкин А.Н., Алябьев И.В.// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2015. № 5 (10). С. 24-29.

13. Модель организации технико-экономических ресурсов инновационного предприятия/ Николаев В.Н., Дорохов Д.С., Толбин А.Э.// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2017. № 4. С. 59.

14. Методология управления развитием научно-производственных предприятий на основе контроллинга/ Кузьмин Г.В., Николаев В.Н., Рогатин С.И.// Курск, 2019.

15. Модели и методы управления внутренним конкурентным потенциалом вуза/ Николаев В.Н., Ткаченко К.А.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 1. С. 124-129.

16. Организация инфраструктуры системы управления инновациями высшего учебного заведения/ Вертакова Ю.В., Николаев В.Н.// Известия Юго-Западного государственного университета. 2011. № 6-1 (39). С. 37-41.

ТЕНДЕНЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМАХ

*Тишина Наталья Александровна, к.т.н., доцент
(e-mail: tnatalia_oren@mail.ru)*

Оренбургский государственный университет, г.Оренбург, Россия

В ближайшем будущем очевидны несколько тенденций в области безопасности информации. Безопасность затрагивает все больше аспектов организации архитектуры компьютерной системы предприятия на основе мобильных или других приложений для взаимодействия клиентов. Некоторые ключевые тенденции включают следующее:

Физическая платформа. Будущее будет больше полагаться на встроенную систему безопасности на оборудовании; например, в коммутаторе или маршрутизаторе, брандмауэрах следующего поколения и системах обнаружения вторжений, а также постоянно совершенствующиеся инструменты идентификации угроз.

Мобильные устройства. Обнаружение вредоносных программ возможно и не улучшится, но, скорее всего, компании будут прилагать усилия по обеспечению безопасности мобильных приложений, аналогично другому программному обеспечению. Перед лицом большого количества вредоносных программ необходимо будет уделять больше внимания защите устройству и применению корпоративной политики к мобильным устройствам, принадлежащим компании или лично.

Приложения. Анализ безопасности и проверка подлинности программного обеспечения будут только увеличиваться. Будет развиваться программное обеспечение для обеспечения безопасности, которое маскирует данные в режиме реального времени и службы безопасности, которые подходят для сервис-ориентированной архитектуры.

Безопасность данных будет, вероятно, сосредоточена на проектировании. Защита данных будет включать в себя защиту мобильных данных, уничтожение данных при снятии с эксплуатации системы и, возможно, по запросу пользователя, более широкое использование шифрования крупных хранилищ данных, а также данных в дата-центре.

Облачные вычисления. По мере роста облачных вычислений потребность в безопасности в облаке также увеличится.

Во-первых, в облачных вычислениях пользователь может не иметь контроля над своими данными или результатами своих / его приложений, или возможностью аудита или изменения процессов и политики, в которых он / она должен работать. Таким образом, потеря данных является потенциально реальным риском в некоторых конкретных развертываниях.

Будет развиваться и предоставляться пользователям база инструментов для мониторинга данных, т.е. для использования или просмотра.

Во-вторых, стандарты являются незрелыми и недостаточными для обработки быстро меняющихся и изменяющихся технологий облачных вычис-

лений. В будущем могут быть разработаны конкретные стандарты для облачных вычислений. Чтобы обеспечить безопасный доступ к данным в облаке, для хранения и получения данных из облака могут использоваться расширенные методы шифрования. Кроме того, могут использоваться правильные методы управления ключами для распространения ключа для пользователей облачных вычислений, так что только уполномоченные лица могут получить доступ к данным.

В-третьих, может быть не просто адаптировать соглашения об уровне обслуживания (SLA) к конкретным потребностям в бизнесе, правила все еще необходимо дорабатывать для учета всех аспектов облачных вычислений. Облачные среды влекут за собой новый класс угроз, которые увеличиваются по сравнению с другими аналогичными системами. Из-за такого размытого состояния безопасности финансовая индустрия сильно рискует при переходе на облачные среды для своих высокочувствительных предприятий. Поэтому, исследования в этой области будут по-прежнему направлены на решение проблем безопасности с целью создания более безопасных, надежных облачных сред.

SCADA security. Выделяют несколько тенденций, таких как:

1 Технологический тренд: интеграция OT и IT. Традиционно существовало полное разделение между сетью операционных технологий (OT) (устройства и процессы управления) и сетью информационных технологий (IT) (бизнес-приложения и настольные приложения). Сегодня компании сокращают разрыв, чтобы получить такие преимущества, как удаленный мониторинг и администрирование, и принятие на себя повышенных рисков кибербезопасности.

В Отчете о тенденциях безопасности операционных технологий Fortinet 2019 проанализированы данные, собранные с миллионов устройств Fortinet, чтобы определить состояние кибербезопасности для диспетчерского контроля и сбора данных (SCADA) и других промышленных систем управления (ICS). Анализ выявил множество атак на OT-системы, которые, по-видимому, нацелены на более старые устройства, на которых установлено непатентованное программное обеспечение, и показали, что OT-сети все чаще становятся объектами атак на основе IT, которые более не эффективны против IT-сетей. Тем не менее, отрасль в целом также отслеживает тревожный рост целевых OT-атак, предназначенных для систем SCADA и ICS.

2 Тенденция метода атаки: использование проверенного вредоносного ПО и метода атаки.

Сети OT полны устаревших систем с незащищенными уязвимостями. Это обусловлено экономикой простоя производства и рисками исправления хрупких компьютерных систем.

3 Тенденция мотивов атакующих: промышленный шпионаж.

есть очень убедительный мотив для атак на системы ICS / SCADA, которым является экономическая выгода от промышленного шпионажа.

Существует огромный разрыв между лидерами и отстающими в обрабатывающей и производственной отраслях, поэтому понимание того, как сократить этот разрыв, имеет большое экономическое значение. Целью злоумышленника в проникновении в сеть OT может быть обычная кража интеллектуальной собственности, инженерных документов или обратный инжиниринг производственного процесса путем прослушивания контрольных данных.

Приходит IoT с увеличенным количеством подключенных устройств и подключений к Интернету и бизнес-системам. Больше связанных с IoT точек входа в инфраструктуру промышленных коммуникаций означает больший кибер-риск не только от преднамеренных атак, но и от непреднамеренных источников, таких как сбой устройства, ошибка оператора и вредоносное ПО. В средах управления производством и процессами это означает более высокий риск для физических устройств и процессов и возможность физического, а не только цифрового повреждения.

4 Безопасность ICS в будущем включает три тенденции: более продвинутые продукты, ориентированные на безопасность, безопасность как атрибут всех устройств Ethernet и дальнейшее внедрение лучших практик защиты в глубине.

Безопасность ICS улучшится в будущем благодаря доступности современных продуктов, ориентированных на безопасность, и сетевых устройств Ethernet со встроенной защитой.

Тенденция безопасности ICS 1 – передовые продукты для промышленной безопасности. Одна из тенденций заключается в том, что повышенный риск кибербезопасности заставляет поставщиков, разрабатывать передовые технологии, которые решают конкретные проблемы безопасности системы управления. Примером является возможность Deep Packet Inspection, предоставляемая нашей линейкой продуктов Tofino Security.

Тенденция безопасности ICS 2 – встроенная защита для сетевых устройств Ethernet.

Тенденция безопасности ICS 3 – дальнейшее внедрение глубокоэшелонированной защиты.

Принципы глубокоэшелонированной защиты были хорошо поняты и легко приняты во многих предполагаемых приложениях «высокого риска». Однако, как в установленной базе систем управления, так и в новых развертываниях многие промышленные сети все еще не следуют этим принципам.

Политика и управление политикой. По мере того как будет храниться больше данных о людях, ИТ-индустрия будет развиваться в области обеспечения безопасности персональных данных и контроля конфиденциальности информации. Будет обеспечиваться конфиденциальность данных во встроенных устройствах, таких как интеллектуальные домашние устройства.

Организации должны разработать стратегии для управления их информацией в социальных сетях и других технологических центрах.

Является обязательным понимание всей сферы применения ИТ-инфраструктуры организации и воздействия инфраструктуры на решение, стоящее перед клиентом или деловым партнером.

Список литературы

1 Diogo A. B. Fernandes Security Issues in Cloud Environments/ A Survey / Diogo A. B. Fernandes, Liliana F. B. Soares, Joao V. Gomes, Mario M. Freire, Pedro R. M. Inacio / International Journal of Information Security (IJIS). – April 2013, DOI: 10.1007/s10207-013-0208-7

2 Velumadhava Rao R. Data Security Challenges and Its Solutions in Cloud /Computing R. Velumadhava Rao*, K. Selvamani / International Conference on Intelligent Computing, Communication & Convergence (ICCC-2014); Conference Organized by Interscience Institute of Management and Technology, Bhubaneswar, Odisha, India /Procedia Computer Science 48 (2015) 204 – 209

НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ОТКРЫТОГО ТИПА С ЧАСТИЧНОЙ ВЗАИМОПОМОЩЬЮ МЕЖДУ КАНАЛАМИ

Томилова Мария Николаевна, ассистент

Кирпичников Александр Петрович, д. ф.-м. н., профессор, зав. кафедрой интеллектуальных систем и управления информационными ресурсами

Казанский национальный исследовательский технологический университет

Системы массового обслуживания (СМО) с взаимопомощью предполагают, что, в отличие от классических систем, для обслуживания одной заявки может быть использовано более одного обслуживающего устройства, при условии, что в системе есть незанятые каналы обслуживания. [1, с.275].

Пусть на вход m -канальной СМО поступает простейший поток заявок с плотностью λ . Плотность простейшего потока обслуживания каждого канала равна μ . Если поступившая на обслуживание заявка застаёт все каналы свободными, то она принимается на обслуживание и обслуживается одновременно n каналами ($1 \leq n \leq m$). При этом поток обслуживаний одной заявки, очевидно, будет иметь интенсивность $n\mu$ [2, с.34; 3, с.71].

Если в системе находятся две заявки, то при $2n \leq m$ каждая из них будет обслуживаться одновременно n каналами, то есть две заявки будут обслуживаться одновременно $2n$ каналами общей производительностью $2n\mu$, и так далее.

Если в системе на обслуживании находятся i заявок ($i = 0, 1, 2, \dots$), и при этом $in < m$, то каждая заявка будет обслуживаться одновременно n каналами, а все эти заявки будут обслуживаться одновременно in каналами общей производительностью $in\mu$.

Если в системе находится i заявок, и при этом $in = m$, то каждая заявка будет обслуживаться одновременно n каналами, все эти заявки будут обслуживаться одновременно m каналами общей производительностью $m\mu$.

Если в системе находятся i заявок, но при этом $in < m$, то в этом случае часть заявок будет обслуживаться n каналами, другая часть – меньшим, чем n , числом каналов, но в обслуживании будут заняты все m каналов, которые распределяются между заявками произвольным образом, таким образом, общая производительность системы также будет $m\mu$.

Если в системе находятся $i = m$ заявок, то каждая заявка обслуживается только одним каналом, общая производительность системы при этом составляет $m\mu$.

Если в системе находятся $i > m$ заявок, то каждая заявка обслуживается одним каналом и при этом возникает очередь, общая производительность системы также составляет $m\mu$.

Граф состояний такой системы массового обслуживания имеет вид, изображённый на рис. 1. На этом рисунке I соответствует тому состоянию, начиная с которого в обслуживании будут заняты все m каналов. При этом возможны два следующих случая.

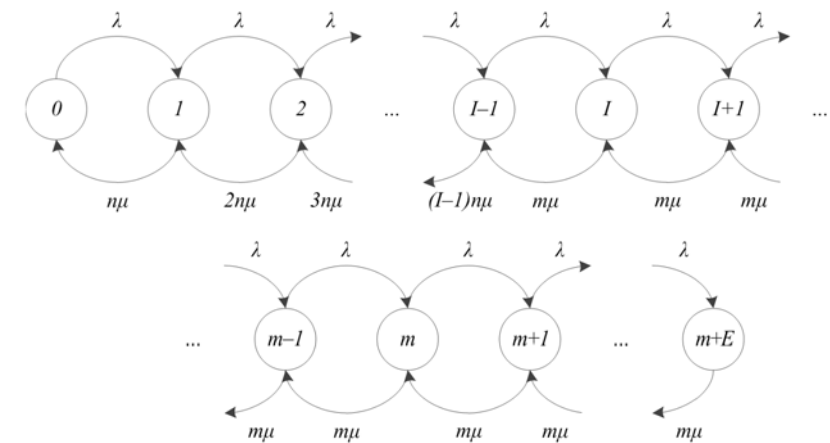


Рис. 1. Граф состояний и переходов СМО

В том случае, если $in = m$, то есть m кратно n , очевидно, имеем $I = m/n$.

В частности, при $n = 1$ отсюда следует $I = m$ (хорошо изученный случай системы массового обслуживания без взаимопомощи между каналами), а при $n = m$ имеем $I = 1$ (система массового обслуживания с полной взаимопомощью между каналами).

В том случае, если $in > m$, $I = [m/n] + 1$, где квадратные скобки означают целую часть дроби.

Обозначим с помощью $\rho = \lambda/\mu$ приведенную интенсивность входящего потока. Решая систему уравнений Колмогорова, составленную на основе графа состояний СМО, приведенного на рисунке 1, с учетом условия нормировки:

$$\sum_{i=0}^{m+E} p_i = 1, \quad (1)$$

найдем вероятность нахождения в системе k заявок:

$$p_k = \begin{cases} \frac{\rho^k}{k!n^k} p_0, & 0 \leq k \leq I-1 \\ \frac{\rho^k}{(I-1)!n^{I-1}m^{k-I+1}} p_0, & I-1 \leq k \leq m+E \end{cases} \quad (2)$$

Используя условие нормировки (1), запишем:

$$p_0 = \left[1 + \frac{\rho}{1!n} + \frac{\rho^2}{2!n^2} + \dots + \frac{\rho^{I-1}}{(I-1)!n^{I-1}} + \frac{\rho^I}{(I-1)!n^{I-1}m} + \frac{\rho^{I+1}}{(I-1)!n^{I-1}m^2} + \dots + \frac{\rho^{m+E}}{(I-1)!n^{I-1}m^{m+E-I+1}} \right]^{-1} \quad (3)$$

Отсюда следует, что:

$$p_0 = \left[e_{I-1} \left(\frac{\rho}{n} \right) + \frac{\rho^I}{(I-1)!n^{I-1}m} \left\{ 1 + \left(\frac{\rho}{m} \right) + \left(\frac{\rho}{m} \right)^2 + \dots + \left(\frac{\rho}{m} \right)^{m+E-I} \right\} \right]^{-1} \quad (4)$$

Следовательно

$$p_0 = \left[e_{I-1} \left(\frac{\rho}{n} \right) + \frac{\rho^I}{(I-1)!n^{I-1}m} \left\{ 1 - \left(\frac{\rho}{m} \right)^{m+E-I+1} \right\} \right]^{-1} \quad (5)$$

При значениях $n=1$ формулы для вычисления вероятности нахождения в системе k заявок (2) и вероятности полного простоя системы (5) обращаются в формулы, соответствующие модели многоканальной СМО с очередью конечной длины. А для $n=1$, $E=0$ те же формулы будут соответствовать модели А. Эрланга. Если длина очереди будет стремиться к бесконечности и приведенная интенсивность входящего потока заявок не превышает количество обслуживающих устройств тогда $(\rho/m)^E \rightarrow 0$, и формулы для нахождения p_0 и p_k обращаются в аналогичные соотношения модели М/М/м [4, с. 53-76; 5-7]. Однако, если $\rho \geq m$, то при $E \rightarrow \infty$ вероятность полного простоя системы стремится к 0.

Данная модель, очевидно, работает при всех значениях ρ . Случай $\rho = m$, однако, должен быть разобран особо, поскольку в этом случае в знаменателе формулы (5) содержится неопределенность типа 0/0, раскрывая которую по правилу Г. Лопиталья, имеем

$$p_0|_{\rho=m} = \left[e_{I-1} \left(\frac{m}{n} \right) + \frac{m^{I-1}(m+E-I+1)}{(I-1)!n^{I-1}} \right]^{-1} \quad (6)$$

Для полноты картины рассмотрим также поведение p_0 при значениях приведенной интенсивности потока заявок ρ , близких к значению m числа обслуживающих устройств (числа каналов) в системе. Для этого обратимся ещё раз к сумме в исходной формуле для p_0 :

$$S = 1 + \left(\frac{\rho}{m} \right) + \left(\frac{\rho}{m} \right)^2 + \dots + \left(\frac{\rho}{m} \right)^{m+E-I} \quad (7)$$

Используя формулу бинома Ньютона и оставляя лишь слагаемые не выше второй степени малости по $(1-\rho/m)$, получим следующее приближенное выражение для вероятности p_0 полного простоя системы при значениях ρ/m , близких к единице:

$$p_0 = \left[e_{I-1} \left(\frac{\rho}{n} \right) + \frac{\rho^I(m+E-I)}{(I-1)!n^{I-1}} \left\{ \frac{1}{m+E-I} + 1 - \frac{m+E-I+1}{2} \left(1 - \frac{\rho}{m} \right) + \frac{(m+E-I)^2-1}{6} \left(1 - \frac{\rho}{m} \right)^2 \right\} \right]^{-1} \quad (8)$$

При значениях $n=1$ описанная выше формула для вычисления вероятности полного простоя системы при значениях ρ/m близких к единице обращается в аналогичную формулу, соответствующую модели многоканальной СМО с очередью конечной длины [5, с.79].

На основании полученных формул вероятности нахождения в системе k заявок и вероятности полного простоя планируется дальнейшее исследование числовых характеристик статического режима функционирования описываемой в данной работе СМО.

Список литературы

1. Вентцель Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель. – М.: Советское радио, 1972. – 552 с.
2. Радченко Т.А. Методы анализа систем массового обслуживания / Т.А. Радченко, А.В. Дылевский. – Воронеж: Изд-во Воронежского государственного университета, 2007. – 63 с.
3. Южаков А.А. Прикладная теория систем массового обслуживания / А.А. Южаков. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2004. – 121 с.
4. Кирпичников А.П. Методы прикладной теории массового обслуживания / А.П. Кирпичников. – М.: ЛЕНАНД, 2018. – 244 с.
5. Кирпичников А.П. Вторые моменты числовых характеристик многоканальных систем массового обслуживания с очередью конечной длины / А.П. Кирпичников, З. Фадхкал // Вестник технологического университета. – 2014. – Т.17. – №19. – С. 383-388.
6. Кирпичников А.П. Некоторые особенности числовых характеристик многоканальных систем массового обслуживания открытого типа / А.П. Кирпичников, А.С. Титовцев, З. Фадхкал // Вестник технологического университета. – 2015. – Т.18. – №2. – С. 362-367.

7. Кирпичников А.П. Особенности числовых характеристик открытых многоканальных систем массового обслуживания / А.П. Кирпичников, А.С. Титовцев, З. Фадхал // В мире научных открытий. – 2015. – №4.1(64). – С. 525-536.

О ГИБКИХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМАХ

Федотов Максим Андреевич, специалист

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

ОАО Мосводоканал, г.Москва, Россия

Обсуждаются гибкие информационно-управляющие системы.

Ключевые слова: информационно-управляющие системы, управление.

Не вдаваясь в сущность определения «системы», сразу обозначим некоторые ее свойства, ведущие к понятию «гибкость».

Если система закрыта, то о таком свойстве даже не идет речь. Значит, система должна быть открытой. В реальной системе на ее вход действует неидеальное воздействие, поэтому она должна обладать некоторой способностью к реакции на такое несоответствие. Самое простое свойство, выполняющее данное предназначение – устойчивость системы. Иногда его также называют чувствительностью. Оно характеризует невосприимчивость системы к увеличению диапазона входного воздействия. То есть, «раскачать» такую систему сложно. Такая система имеет постоянную внутреннюю структуру и выдает постоянный выходной сигнал.

Когда на вход системы поступает не только полезное воздействие, но и помеха (шум) различного рода, то для того, чтобы сохранить необходимый выходной сигнал, система должна адаптироваться под изменение внешней среды. В этом случае говорят, что система адаптивная. Причем речь идет только о параметрической адаптации, то есть об изменении внутренних параметров системы, не затрагивая ее структуру. Для устранения помех и выделения полезного входного воздействия [1, 2] внутри системы работают различные «компенсирующие подсистемы» в совокупности с подсистемой обратной связи.

И, наконец, самые сложные системы – это те, которые могут в зависимости от входного воздействия или по заданному алгоритму, менять свою структуру (структурная адаптация), что, в свою очередь, приводит к изменению выходного сигнала [3, 4]. Он будет отличаться от заданного, но будет более соответствовать текущей ситуации. Такие системы называются гибкими.

Специфика таких систем позволяет обеспечить наименьшее вмешательство человека в процессы получения, накопления, обработки информации и принятия управленческого решения [5, 6], которые характерны для информационно-управляющих систем.

Представив такие системы как совокупность двух подсистем: информационной и управляющей, рассмотрим принцип действия механизмов «гибкости».

По своей сути информационные системы представляют собой комплекс датчиков информации, каналы или линии связи, подсистему обработки информации и подсистему ее хранения (накопления).

Датчики информации, подсистема хранения информации, каналы связи не обладают свойством гибкости. Гибкой может и даже должна быть система обработки информации. Это связано с тем, что датчики обладают потенциально более широким приемным спектром, чем реально используется. Поэтому через них могут проходить сигналы, которые выходят за рамки «полезной» информации в данной текущей ситуации. Однако изменение ситуации может повлечь за собой требование – использовать весь спектр информации [7, 8]. Следовательно, подсистема ее обработки должна «полезно» отреагировать на такое требование. Адаптивные системы неспособны к такой реакции. Для адекватного реагирования в системе обработки информации должны быть заложены механизмы, способные решать априорно незапрограммированные задачи. Такие механизмы могут быть построены только на основе искусственного интеллекта. Следовательно, в информационной системе, обладающей свойством гибкости должны присутствовать интеллектуальные компоненты. С их помощью на выходе информационной системы будет присутствовать необходимая информация для выработки управляющего воздействия следующей системой – системой управления. Сама же система управления содержит в себе подсистемы принятия решения и формирования управляющего воздействия.

Среди них интеллектуальными возможностями должна обладать первая подсистема. Наличие жесткого алгоритма принятия решения не предполагает гибкости.

Поэтому при изменении текущей ситуации, смены требований по выходному продукту всей системы, принятие решения должно быть направлено на обеспечение эффективной работы системы в новых условиях. Формирование управляющего воздействия происходит уже в соответствии с новыми решениями, что отражается на виде выходного продукта системы [9].

Таким образом, гибкие информационно-управляющие системы в своем составе содержат две подсистемы, обладающие способностью к структурной адаптации. Более того, любая открытая система с такими возможностями должна содержать в себе такие подсистемы.

В целом можно сделать однозначный вывод, что гибкие информационно-управляющие системы применяются при решении специализированных задач, а, следовательно, не обладают значительными ресурсами. И для реализации требований к ним должны обладать подсистемами с интеллектуальными механизмами, которые, в свою очередь, реализуются только на микроэлектронной базе.

Список литературы

1. Кабулова Е.Г. Интеллектуальное управление многостадийными системами металлургического производства // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 1 (24). С. 341-351.
2. Гагарин Ю.Е. Учет множества случайных факторов при использовании минимаксного критерия в задачах распознавания объектов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 1 (24). С. 89-98.
3. Будко Н.А., Будко Р.Ю., Будко А.Ю. Применение инс в интерфейсах человек - машина // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 1 (24). С. 328-340.
4. Львович И.Я., Кравцова Н.Е., Чупринская Ю.Л. Особенности решений для обработки текстовых данных // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 89-92.
5. Львович И.Я., Преображенский А.П., Преображенский Ю.П., Чопоров О.Н. Проблемы использования технологий интернет вещей // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 73-75.
6. Шапаев А.В., Юдаков Д.А. О характеристиках прогнозирующих алгоритмов // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 67-69.
7. Lvovich I.Y., Preobrazhenskiy A.P., Choporov O.N. The simulation of error-correcting communication channel for video transmission // В сборнике: Moscow Workshop on Electronic and Networking Technologies, MWENT 2018 - Proceedings 1. 2018. С. 1-6.
8. Ломов И.С., Преображенский А.П. Применение методов искусственного интеллекта в задачах прикладной электродинамики // Вестник Таджикского технического университета. 2012. № 1 (17). С. 33-36.
9. Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Построение многокритериальной модели работы предприятия // Наука Красноярья. 2017. Т. 6. № 3-4. С. 183-188.
10. Организация построения информационных систем обеспечения управления высшим учебным заведением/ Николаев В.Н., Титова Г.С.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 1. С. 245-249.
11. Оценка эффективности локальной вычислительной сети при решении главной и обеспечивающих задач/ Николаев В.Н., Рогатин С.И., Коломиец Е.А., Атакищев О.И.// Известия Юго-Западного государственного университета. 2019. Т. 23. № 2. С. 174-185.
12. Организация инфраструктуры производства базовых информационных ресурсов научно-промышленного предприятия/ Николаев В.Н., Макарьин И.В.// Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2013. № 1. С. 93-100.
13. Модель оценки надежности пропускной способности двухуровневой системы обработки геопространственной информации коллективного пользования/ Николаев В.Н.// Системы управления и информационные технологии. 2006. № 3 (25). С. 23-26.
14. Метод управления технико-экономическими ресурсами телекоммуникационной инфраструктуры геоинформационной системы предприятия/ Николаев В.Н., Мяснякина Д.В.// Телекоммуникации. 2014. № 11. С. 34-38.
15. Геоинформационные системы и информационные технологии в телекоммуникациях/ Николаев В.Н.// Телекоммуникации. 2016. № 5. С. 38-41.

ОСОБЕННОСТИ ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ В ДИАЛОГОВОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ**Федотов Максим Андреевич, специалист***(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)**ОАО Мосводоканал, г.Москва, Россия*

Рассматриваются характеристики обмена информацией в информационных системах.

Ключевые слова: информационная система, обмен информацией.

Модель участника общения (МУО) в диалоговой интеллектуальной системе (ДИС) отличается от наиболее близких по содержанию моделей СТК и ТСЦ [1, 2] тем, что в ней присутствуют модель диалога и солвер, которых нет ни у одной из существующих.

Поэтому МУО названа ТСЦР – текст, смысл, цель, решение. Слово ТЕКСТ, используемое во всех моделях, означает примерно одно и то же (в моделях ТСЦ и ТСЦР, правда, под словом ТЕКСТ понимается обычно двусторонний диалог, а в СТК, вероятно, односторонний).

Слово СМЫСЛ в СТК обозначает выражение концепта знака (знаков) входного сообщения, а в ТСЦ и ТСЦР имеется в виду выражение как его концепта, так и денотата (денотатов).

Другими словами, СМЫСЛ выражается не только в абстрактных (языковых) терминах, но и в конкретных (речевых), т. е. устанавливается взаимосвязь ТЕКСТА со «знанием» (моделью) окружающей действительности и моделью участников общения).

Модели ТСЦ и ТСЦР считают, что основная задача общения состоит не в том, чтобы выделить СМЫСЛ, как в модели СТК, а в том, чтобы определить ЦЕЛИ участников общения, а ТСЦР позволяет выработать системе решение для достижения этой цели.

В отличие от модели СТК, в моделях ТСЦ и ТСЦР переход от ТЕКСТА к СМЫСЛУ и обратно (естественно, и переход СМЫСЛ – ЦЕЛЬ) осуществляется с привлечением как лингвистических, так и внелингвистических знаний.

В моделях ТСЦ и ТСЦР уделено внимание анализу связного текста в отличие от СТК, так как она является моделью языка.

По аналогичной причине в СТК игнорируется как прагматический аспект обработки текста, требующий знаний о собеседнике, так и аспект «осознания» участником общения обрабатываемого текста [3, 4] и своего собственного состояния.

Сходство моделей ТСЦ, СТК и ТСЦР определяется заимствованием в ТСЦР из ТСЦ и СТК лингвистических принципов построения морфологической и синтаксической компонент [5, 6].

Поэтому в описании модели ТСЦР эти компоненты будут рассмотрены кратко.

Однако при описании программных принципов построения модели участника общения указанным компонентам будет уделено достаточное внимание, так как модель СТК есть исчисление, а не алгоритм, необходимый для построения системы программирования. Модели ТСЦ и ТСЦР, в отличие от СТК, являются действующими моделями, т. е. алгоритмами, описывающими функционирование участника (системы) общения.

Указанное обстоятельство приводит к необходимости уделить при описании модели ТСЦР значительное внимание не только функционированию отдельных компонент, но и вопросам взаимодействия этих компонент [7, 8].

Исходя из перечисленных выше требований, предложенная модель участника общения ТСЦР, воспринимающая естественный язык, выполняет следующие функции [1]:

- анализ входного текста.
- обработка входного текста.
- принятие решения о сценарии продолжения диалога и его структуре.
- синтез выходного текста.
- интерпретация системой своих действий на метауровне («самосознание»).

Список литературы

1. Андраханов С.В., Львович Я.Е., Преображенский А.П. Реализация интегрированного алгоритма многоальтернативного выбора и генетического алгоритма // Фундаментальные исследования. 2013. № 10-11. С. 2391-2395.
1. Львович И.Я., Преображенский А.П., Орешкин М.А., Калаев В.Н. Разработка обучающей системы по генетическим показателям // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 6. № 1. С. 4-6.
2. Преображенский А.П. Анализ методов кодирования разных видов информации // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 74-77.
3. Чернов А.П., Князев В.Н. Разработка алгоритмов хранения данных документа для программных средств табличного процессора // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 162-175.
4. Блошкин А.С., Князев В.Н. Разработка системы управления виртуальными машинами для операционной системы специального назначения // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 176-185.
5. Кизим А.В., Матохина А.В., Кравец А.Г., Мединцева И.П. Программный комплекс поддержки модернизации технических систем // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 311-324.
6. Клишина О.Ю. Об особенностях характеристик линий передачи данных // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 27-29.
7. Львович И.Я., Кравцова Н.Е., Чупринская Ю.Л. Особенности решений для обработки текстовых данных // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 89-92.
8. Подход к оценке эффективности создания инновационной геоинформационной продукции/ Николаев В.Н., Горбатенко С.А., Зайцев С.А., Толстолыткин А.В., Шуклина А.А.// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2015. № 5 (10). С. 29-34.

9. Информационная система обеспечения управления образовательным медицинским учреждением/ Николаев В.Н., Гранкин А.Н., Алябьев И.В.// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2015. № 5 (10). С. 24-29.

10. Модель организации технико-экономических ресурсов инновационного предприятия/ Николаев В.Н., Дорохов Д.С., Толбин А.Э.// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2017. № 4. С. 59.

11. Методология управления развитием научно-производственных предприятий на основе контроллинга/ Кузьмин Г.В., Николаев В.Н., Рогатин С.И.// Курск, 2019.

12. Модели и методы управления внутренним конкурентным потенциалом вуза/ Николаев В.Н., Ткаченко К.А.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 1. С. 124-129.

13. Организация инфраструктуры системы управления инновациями высшего учебного заведения/ Вертакова Ю.В., Николаев В.Н.// Известия Юго-Западного государственного университета. 2011. № 6-1 (39). С. 37-41.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОДХОДОВ БАЗИРУЮЩИХСЯ НА ТЕХНОЛОГИИ DATA MINING В ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Цепковская Татьяна Анатольевна, специалист

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Воронежский институт высоких технологий, г.Воронеж, Россия

В статье обсуждаются возможности применения технологий обработки данных на практике.

Ключевые слова: обработка данных, методика, машинное моделирование.

Во многих случаях исследователям приходится сталкиваться с необходимостью проведения анализа по экспериментальным данным.

Для компьютерной обработки их представляют в табличном виде. Таблиц может быть несколько, они взаимосвязаны.

Задач при этом несколько:

1. Выявление возможных взаимосвязей среди составляющих.
2. Осуществление прогнозирования по новым фактам.

Также могут быть поставлены задачи по проведению оценок заданных признаков, исходя из описания соответствующего набора переменных.

Несколько десятилетий назад в экспериментальных исследованиях использовали методику Р. Фишера. Она применялась в рамках теории разового эксперимента.

Потом на практике все чаще стали сталкиваться с необходимостью анализа разнородных данных [1, 2]. Данные стали содержаться в специальных хранилищах и обрабатываться комплексным образом, применяется понятие многомерного куба, значительным образом облегчающее извлечение необходимых данных.

В технологии Data Mining среди большого количества данных идет поиск небольшого количества требуемых. В зависимости от конкретных предметных областей сформировались разные направления внутри данной технологии. Нельзя говорить о существовании универсального подхода при анализе данных.

Тогда можно говорить справедливости принципа, в котором рассматривается множество моделей [3, 4].

При анализе данных исследователи опираются на статические модели. При этом существуют проблемы связанные с тем, каким образом сделать выбор алгоритма, который будет в определенном смысле оптимальным, когда извлекаются данные.

В моделях, использующих обучение с учителем, исходят из варьирования функций, описывающих модели и остатки. Модели должны быть такие, в которых прогнозы являются надежными, точными и несмещенными. Модели определяются законами распределения рассматриваемых данных и их типом.

Поиск закономерностей в подходах с учителем связан с задачами кластеризации и ординации.

В современных условиях при проведении статического анализа данных необходимо использовать соответствующие компьютерные программы. Среди некоммерческих проектов в данном направлении можно отметить среду R. Ее в настоящее время применяют многие разработчики.

Обобщение в ходе индуктивного анализа связано с тем, что сначала строится классификатор, затем рассматриваются возможности его применения для произвольных объектов [5].

В ходе машинного обучения исследователи стремятся к тому, чтобы было найдено неизвестное решающее правило. Оно базируется на определенных неполных данных. Они рассматриваются в виде обучающей информации.

При построении обучающих алгоритмов необходимо обеспечить их устойчивость. Тогда по выборкам и гипотезам должны быть обозначены соответствующие окрестности.

Когда рассматриваются задачи классификации, то классификаторы оцениваться могут разным образом:

1. Относительно всей существующей обучающей выборке. Тогда получаются смещенные оценки по эмпирическим ошибкам.

2. На базе того, что применяется скользящий контроль. По заданной выборке происходит скользящее ее контрольной подвыборки. Несмещенная оценка вероятности ошибки может быть получена когда в исходную обучающую выборку входят случайно и независимо выбранные объекты из генеральной совокупности. При этом необходимо проводить расчет еще и дисперсии ошибки.

3. Проведение оценок, когда есть независимая контрольная выборка. В ней оценки вероятности ошибки – несмещенные. Классификатор вычисляется достаточно легко.

Вследствие того, что компьютеры и компьютерные сети в последнее время весьма широко распространены [6, 7], то возникают возможности для того, чтобы формировать достаточные с точки зрения объема выборки, являющихся контрольным и обучающими.

Таким образом, исследованиями должны использоваться все возможности, как программно-аппаратных компонентов, так и теоретических разработок для решения широкого круга практических задач.

Список литературы

1. Львович И.Я., Кравцова Н.Е., Чупринская Ю.Л. Особенности решений для обработки текстовых данных // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 89-92.
2. Преображенский А.П. Анализ методов кодирования разных видов информации // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 74-77.
3. Преображенский Ю.П. Проблемы кодирования информации в каналах связи // В сборнике: Современные инновации в науке и технике Сборник научных трудов 8-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2018. С. 180-182.
4. Шапаев А.В., Юдаков Д.А. О характеристиках прогнозирующих алгоритмов // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 67-69.
5. Кабулова Е.Г. Интеллектуальное управление многостадийными системами металлургического производства // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 1 (24). С. 341-351.
6. Преображенский Ю.П. Оценка эффективности применения системы интеллектуальной поддержки принятия решений // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2009. № 5. С. 116-119.
7. Зяблов Е.Л., Преображенский Ю.П. Построение объектно-семантической модели системы управления // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 029-030.
8. Организация построения информационных систем обеспечения управления высшим учебным заведением/ Николаев В.Н., Титова Г.С.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 1. С. 245-249.
9. Оценка эффективности локальной вычислительной сети при решении главной и обеспечивающих задач/ Николаев В.Н., Рогатин С.И., Коломиец Е.А., Атакишев О.И.// Известия Юго-Западного государственного университета. 2019. Т. 23. № 2. С. 174-185.
10. Организация инфраструктуры производства базовых информационных ресурсов научно-промышленного предприятия/ Николаев В.Н., Макарыш И.В.// Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2013. № 1. С. 93-100.
11. Модель оценки надежности пропускной способности двухуровневой системы обработки геопространственной информации коллективного пользования/ Николаев В.Н.// Системы управления и информационные технологии. 2006. № 3 (25). С. 23-26.
12. Метод управления технико-экономическими ресурсами телекоммуникационной инфраструктуры геоинформационной системы предприятия/ Николаев В.Н., Мяснякина Д.В.// Телекоммуникации. 2014. № 11. С. 34-38.
13. Геоинформационные системы и информационные технологии в телекоммуникациях/ Николаев В.Н.// Телекоммуникации. 2016. № 5. С. 38-41.

ПРОБЛЕМЫ СПЕКТРАЛЬНОГО РИСК-АНАЛИЗА В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Цепковская Татьяна Анатольевна, специалист

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Воронежский институт высоких технологий, г. Воронеж, Россия

В статье проводится рассмотрение особенностей оценки рисков для технических систем.

Ключевые слова: риск, техническая система, оценка.

На сегодняшний день, широко известными и наиболее проработанными методами для оценки и прогнозирования рисков информационно-телекоммуникационных систем (ИТКС) являются метод экспертных оценок и вероятностный метод [1, 2].

Экспертный метод, основанный на обобщении мнения группы квалифицированных специалистов в определенной предметной области – экспертов, по своей сути является вероятностным процессом, протекающим в условиях неполноты информации.

В значительной мере это объясняет популярность метода при решении задачи оценивания и прогнозирования рисков возникающих в процессе функционирования ИТКС, характеризующейся многовариантностью и непредсказуемостью формирования рискованных ситуаций.

Однако в основе такого метода всегда будет лежать субъективная оценка – психологическая реакция эксперта на представленные качественные и количественные характеристики оцениваемой ситуации.

Решению данной проблемы посвящен целый ряд исследований. И если, с определенной долей оптимизма, степень влияния этого недостатка на ожидаемый результат можно считать нивелируемой, то для решения некоторых задач метод экспертных оценок абсолютно непригоден.

Создавая системы, целью которых является предупреждение воздействий деструктивных информационных операций или оперативная реакция на них, нельзя не учитывать, что такой необходимый для рассматриваемого метода ресурс [3, 4] как время становится просто непозволительной роскошью.

Суть же вероятностного метода заключается в обработке значительного массива данных, относящихся к изучаемому рисковому событию.

При этом в основу понятия риска ложится некоторый статистический показатель.

Вероятностный метод способен обеспечить приемлемую достоверность результатов, однако гарантией этому может служить только сохранение тенденций развития исследуемого явления [5].

На практике для измерения риска с помощью такого метода чаще всего используют вероятность – такая характеристика удобна тогда, когда под

риском понимается вероятность наступления ущерба определенной величины [6, 7].

Однако и подобный подход не совершенен ввиду своей недостаточной универсальности, а при дефиците статистических данных, – невозможности применения.

В отличие от традиционного подхода, основанного на вычислении показателей вариации, эти методы учитывают внутреннюю структуру риска и его временную динамику распределения, а значит, более точны.

Исследование риска спектральным методом [8] связано с изучением прежде всего сигнала риска и его энергетического спектра. Для группы рисков разной природы, имеющих примерно одинаковый энергетический спектр, величина риска будет одна и та же.

Поэтому вид энергетического спектра можно использовать в качестве классификационного признака для создания универсальной системы классификации статистических рисков.

Вышеописанный подход позволяет измерять риски в режиме реального времени, а также осуществлять их краткосрочное прогнозирование.

Непрерывная оценка риска и его прогнозирование имеет решающее значение для организации процесса управления риском ИТКС, например управления по отклонению.

При таком управлении используется информация об уровне риска и задающем воздействии (приемлемом уровне риска). При этом сначала измеряется величина риска, а потом полученное значение сравнивается с заданным уровнем и при наличии разницы вырабатывается управляющее воздействие.

Предсказание уровня риска позволит значительно улучшить точность и быстродействие системы управления, т. е. начать компенсацию внешнего возмущения, приводящего к росту риска, раньше, чем возникнет достаточно большое отклонение, создав, таким образом, систему управления рисками ИТКС, нацеленную на упреждение возможных деструктивных воздействий.

Список литературы

1. Львович И.Я., Воронов А.А., Преображенский Ю.П. Факторы угрозы экономической безопасности государства // Информация и безопасность. 2006. Т. 9. № 1. С. 36-39.
2. Воронов А.А., Львович И.Я., Преображенский Ю.П., Воронов В.А. Обеспечение системы управления рисками при возникновении угроз информационной безопасности // Информация и безопасность. 2006. Т. 9. № 2. С. 8-11.
3. Зяблов Е.Л., Преображенский Ю.П. Разработка лингвистических средств интеллектуальной поддержки на основе имитационно-семантического моделирования // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2009. № 5. С. 024-026.
4. Львович И.Я., Воронов А.А. Применение методологического анализа в исследовании безопасности // Информация и безопасность. 2011. Т. 14. № 3. С. 469-470.
5. Фомина Ю.А., Преображенский Ю.П. Принципы индексации информации в поисковых системах // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2010. № 7. С. 98-100.

6. Головинов С.О., Миронченко С.Г., Щепилов Е.В., Преображенский А.П. Цифровая обработка сигналов // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2009. № 4. С. 064-065.

7. Чопоров О.Н., Преображенский А.П., Хромых А.А. Анализ затухания радиоволн беспроводной связи внутри зданий на основе сравнения теоретических и экспериментальных данных // Информация и безопасность. 2013. Т. 16. № 4. С. 584-587.

8. Преображенский А.П. Прогнозирование радиолокационных характеристик объектов в диапазоне длин волн с использованием результатов измерения характеристик рассеяния на дискретных частотах // Телекоммуникации. 2004. № 5. С. 32-35.

9. Подход к оценке эффективности создания инновационной геоинформационной продукции/ Николаев В.Н., Горбатенко С.А., Зайцев С.А., Толстолыткин А.В., Шуклина А.А.// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2015. № 5 (10). С. 29-34.

10. Информационная система обеспечения управления образовательным медицинским учреждением/ Николаев В.Н., Гранкин А.Н., Алябьев И.В.// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2015. № 5 (10). С. 24-29.

11. Модель организации технико-экономических ресурсов инновационного предприятия/ Николаев В.Н., Дорохов Д.С., Толбин А.Э.// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2017. № 4. С. 59.

12. Методология управления развитием научно-производственных предприятий на основе контроллинга/ Кузьмин Г.В., Николаев В.Н., Рогатин С.И.// Курск, 2019.

13. Модели и методы управления внутренним конкурентным потенциалом вуза/ Николаев В.Н., Ткаченко К.А.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 1. С. 124-129.

14. Организация инфраструктуры системы управления инновациями высшего учебного заведения/ Вертакова Ю.В., Николаев В.Н.// Известия Юго-Западного государственного университета. 2011. № 6-1 (39). С. 37-41.

ОСОБЕННОСТИ И ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ

Чукалов Михаил Юрьевич, аспирант

(e-mail: chukalovfamily@yandex.ru)

Семизельников Роман Сергеевич, аспирант

(e-mail: semizelnickov.roman@yandex.ru)

Паничкин Антон Валерьевич, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой

«Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины»

(e-mail: terra79@yandex.ru)

Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева

В данной статье описывается устройство шестеренчатого масляного насоса двигателя внутреннего сгорания, указываются его основные параметры и приводится методика его расчета.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, масляный насос, расход масла, давление масла, производительность насоса.

Масляная система обеспечивает смазку деталей двигателя с целью уменьшения трения, предотвращения коррозии, удаления продуктов износа и частичного охлаждения его отдельных узлов. В современных двигателях применяется комбинированная система смазки, при которой к большинству трущихся поверхностей масло подводится под давлением, а к некоторым элементам двигателя – разбрызгиванием.

Основным элементом системы смазки является масляный насос, который служит для подачи масла к трущимся поверхностям движущихся частей двигателя. В современных двигателях применяются шестеренчатые, винтовые и пластинчатые насосы. Наибольшее распространение получили шестеренчатые насосы (рис. 1), которые отличаются простотой устройства, надежностью в работе и компактными размерами.

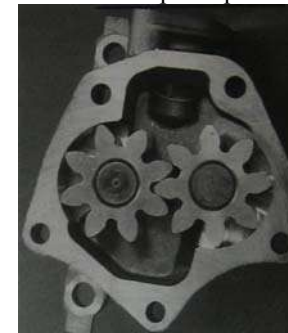


Рисунок 1 – Шестеренчатый масляный насос

Шестеренчатые насосы нашли применение во многих отраслях промышленности. Такие насосы относятся к типу насосов вытеснения.

Особенностью шестеренчатого насоса является вращательное движение тела вытеснения. Жидкость заключенная во впадинах зубцов шестерен, ограниченных снаружи корпусом, при вращении колес перемещается из области всасывания в область нагнетания, а затем выдавливается в рабочую трассу.

Принцип работы шестеренного насоса заключается в следующем: при подаче питания на насос в работу вступает ведущая шестерня, которая приводит в движение ведомые элементы. Шестерни входят в зацепление посредством зубьев.

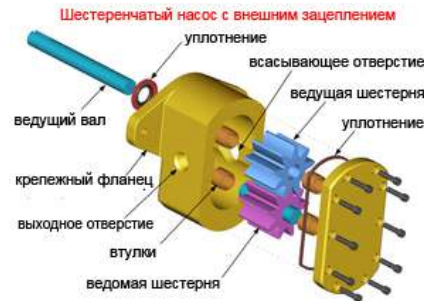


Рисунок 2 – Устройство шестеренчатого насоса внешнего зацепления

В результате такого вращательного движения шестерен насоса происходит всасывание жидкости из патрубка и её дальнейшее перемещение в напорную магистраль.

По линии зацепления двух шестерен происходит герметизация области нагнетания от области всасывания. В области всасывания зубья выходят из зацепления и освободившийся объем вновь занимает жидкость.

Процесс является циклическим и повторяется до тех пор пока вращается зубчатое колесо.

Расчет такого насоса заключается в определении циркуляционного расхода масла в системе и, далее, размера его шестерен.

Циркуляционный расход масла $V_{ц}$ зависит от количества отводимой им от двигателя теплоты $Q_{м}$. В соответствии с данными теплового баланса величина $Q_{м}$ ($кДж/с$) для современных автомобильных и тракторных двигателей составляет 1,5...2,0% от общего количества теплоты, введенной в двигатель с топливом:

$$Q_{м} = (0,015 \dots 0,02)Q_0$$

При этом количество теплоты, выделяемой введенным топливом в течение 1 секунды, определяется по формуле:

$$Q_0 = \frac{H_{м} G_{м}}{3600};$$

где $H_{м}$ – удельная теплота сгорания топлива, $кДж/кг$;

$G_{м}$ – массовый расход топлива, $кг/ч$.

Тогда циркуляционный расход масла ($м^3/с$) при заданной величине $Q_{м}$ определяется по формуле:

$$V_{ц} = \frac{Q_{м}}{\rho_{м} c_{м} \Delta T_{м}};$$

где $\rho_{м}$ – плотность масла, $кг/м^3$;

$c_{м}$ – средняя теплоемкость масла, $кДж/(кг \cdot K)$;

$\Delta T_{м}$ – температура нагрева масла в двигателе, K .

Для стабилизации давления масла в системе двигателя циркуляционный расход масла обычно увеличивается в 2 раза:

$$V' = 2V_{ц}.$$

В связи с утечками масла через торцовые и радиальные зазоры насоса его расчетную производительность ($м^3/с$) определяют с учетом объемного коэффициента подачи $\eta_{н}$:

$$V_{р} = \frac{V'}{\eta_{н}};$$

где $\eta_{н}$ – величина объемного коэффициента подачи, которая для разных насосов изменяется в диапазоне 0,6...0,8.

При расчете насоса принимают, что объем зуба шестерни ($м^3$) равен объему впадины между зубьями:

$$V = \pi D_0 h b;$$

где D_0 – диаметр делительной окружности шестерни, $м$;

h – высота зуба, $м$;

b – длина зуба, $м$.

Расчетная производительность насоса:

$$V_{р} = \frac{\pi D_0 h n \eta_{н}}{60};$$

где $n_{н}$ – частота вращения шестерни, $мин^{-1}$.

При высоте зуба, равной двум модулям ($h = 2m$) и $D_0 = zm$:

$$V_{р} = \frac{2\pi z m^2 b n_{н}}{60};$$

где z – число зубьев шестерни (обычно 6...12);

m – модуль зацепления.

Мощность, затрачиваемая на привод масляного насоса, определяется по формуле:

$$N_{н} = \frac{V_{р} p}{\eta_{нм} \cdot 10^3};$$

где $V_{р}$ – расчетная производительность насоса, $м^3/с$;

p – рабочее давление масла в системе, $МПа$;

$\eta_{нм}$ – механический КПД масляного насоса, $\eta_{нм} = 0,85 \dots 0,9$.

Список литературы

1. Автомобильный справочник BOSH. / пер. с англ. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО КЖИ «За рулем», 2004.2. Кусков, В.Н. Восстановление и упрочнение деталей оборудования перерабатывающих производств / В.Н. Кусков. - М.: Вектор, 2009. - 179 с.

2. Колчин, А.Н. Расчет автомобильных и тракторных двигателей / А.Н. Колчин, А.П. Демидов. - М.: Высшая школа, 2002.

3. Паничкин, А.В. Конструкция и расчет двигателей внутреннего сгорания: учебное пособие для вузов / А.В. Паничкин, А.С. Бодров, А.Н. Новиков, И.В. Паничкина. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», 2015.

К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НОРМИРОВАНИЯ ОТХОДОВ

*Шканов Сергей Иванович, специалист научно-консультационного отдела
ФГАУ «Научно-исследовательский институт
«Центр экологической промышленной политики»*

В статье проводится сравнительный анализ отечественного нормативного обеспечения и законодательства в области обращения с отходами с соответствующими документами ЕС. Принципиальное отличие от ЕС в вопросах нормирования отходов в РФ состоит в том, что процедура нормирования выделена в самостоятельную позицию, что законодательно закреплено в основном документе в области обращения с отходами. – ФЭ-89 «Об отходах производства и потребления».

Анализируется сложившаяся практика нормирования отходов в РФ, отмечаются имеющиеся недостатки и назревшие проблемы, требующие неотложного решения. В заключение отмечается пожелание, что формирование научно обоснованных методических подходов к нормированию и учёту отходов позволит упорядочить систему обращения с отходами, получить более достоверные сведения об образовании отходов, подготовить базу для внедрения мер экономического стимулирования минимизации отходов и переработки их в качестве вторичного сырья.

Ключевые слова: обращение с отходами, образование отходов, ответственность производителя, методические подходы, вторичные ресурсы

В Российской Федерации законодательное и нормативно-правовое обеспечение нормирования отходов не отвечает новым экономическим условиям, современным тенденциям рационального использования сырьевых и материальных ресурсов; вопросам дифференциации в отношении отходов, требующих специального регулирования (тара и упаковка, оргтехника, крупнотоннажные отходы и др.). В настоящее время обращение с отходами и их нормирование становится всё более актуальным в свете задач, поставленных «Стратегией развития промышленности по обработке, утилизации, обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года», утверждённой Правительством РФ 25 января 2018 г.

Следует отметить, что РФ проявляет стремление к гармонизации своего природоохранного законодательства (в том числе в области обращения с отходами) с международным правом, в первую очередь законодательством ЕС, имеющим серьёзные нормативные документы. Но в области сближе-

ния с законодательством Европейского Союза положение оставляет желать лучшего. В части нормативно-правового обеспечения РФ явно отстаёт по многим позициям, хотя имеют место и объективные факторы, обусловленные недостаточностью ряда положений в действующем законодательстве, в первую очередь ресурсосберегающей направленности. Сравнительный анализ принципиальных положений законодательных актов ЕС и РФ показывает следующее.

В законодательстве ЕС и национальных законодательных актах стран-членов ЕС понятие нормирования образования отходов не выделяется в самостоятельное. Успешно применяемый принцип ответственности производителя является универсальным, он распространяется и на вопросы нормирования отходов (в ЕС чаще применяется термин «минимизация отходов»). Принятая система тарифов и налогообложения автоматически способствует минимизации образования и размещения отходов так, что хозяйствующие субъекты сами заинтересованы в постоянном сокращении образующихся отходов. Достаточно эффективно работает система стимулирования переработки отходов, вследствие чего объёмы образовавшихся и неликвидных отходов не имеют прямой взаимосвязи (даже термин «отходы» применяется только по отношению к невостребованным веществам, материалам и изделиям). Вопрос минимизации отходов решается комплексно, по итогу наличия неликвидных отходов, подлежащих захоронению. Жёсткие административные ограничения применяются, как правило, к наиболее опасным отходам. Фактическое образование крупнотоннажных отходов (в первую очередь отходов добычи и обогащения, объёмы образования которых чаще всего определяются по среднестатистическим и среднетраслевым значениям) в странах ЕС намного меньше, чем в РФ, а в некоторых странах (Нидерланды, Исландия, Словения) практически отсутствует ввиду отсутствия крупных разрабатываемых месторождений полезных ископаемых, что также снижает остроту проблем в области обращения с отходами. Тем не менее законодательство многих стран ЕС в достаточной мере содержит следующие аспекты

- наличие положений, регламентирующих минимизацию и переработку отходов как источников сырья и как источников загрязнения окружающей среды;
- в основу законодательства закладываются принципы «кто производит отходы, тот их и перерабатывает» и «загрязнитель платит»;
- все предприятия обязаны вести учёт образующихся отходов и осуществлять меры по их минимизации, предоставляя информацию об этом органам власти;
- общая координация деятельности по минимизации и переработке отходов возлагается на специальные органы государственного управления, наделенные для этой цели соответствующими организационно-распорядительными и контролирующими функциями.

Учитывая вышесказанное, в ЕС на текущий период проблема нормирования отходов (в нашем понимании) в большинстве случаев не имеет в целом острого характера, хотя проблема полного отказа от захоронения отходов вряд ли будет решена в ближайшие годы.

Принципиальное отличие от ЕС в вопросах нормирования отходов в РФ состоит в том, что процедура нормирования выделена в самостоятельную позицию, что законодательно закреплено в основном документе в области обращения с отходами. – ФЗ-89 «Об отходах производства и потребления» [1]. Однако на текущий период в РФ нормирование отходов фактически сводится к нормированию образования отходов. Закон неоднократно корректировался, но вносимые изменения носили больше процедурный характер, а изменения последних 2-3 лет имели выраженную направленность в сторону обращения с ТКО и взимания различных сборов. Задача снижения образования отходов объявляется приоритетной, но в правовом плане не закреплена.

В большинстве субъектов Федерации разработаны и утверждены «нормы накопления твёрдых бытовых отходов» [2] либо на муниципальном, либо на региональном уровне. На их основании определяется количество потребных контейнеров, мусоровозов, и, в конечном итоге, мощностей объектов размещения ТКО [3]. Нарушение установленных нормативов образования отходов может повлечь за собой штрафные санкции в виде ограничения, приостановки или прекращения деятельности хозяйствующих субъектов в установленном порядке.

На отходы, не подлежащие утилизации или обезвреживанию (а таких большинство), автоматически устанавливается лимит на их размещение, в соответствии с которым взимаются экологические платежи. Понятие нормирования, фактически поглощено понятием лимитирования, так как установление лимитов для отходов, подлежащих размещению, осуществляется автоматически без какой-либо аргументации для тех же значений объёмов отходов, что и для определённых расчётом нормативных объёмов образования отходов [7]. однако реальную практическую значимость имеют именно лимиты на размещение отходов.

Согласно сложившейся практике государственного контроля, достаточно тщательно контролируются только отходы, направляемые на размещение (захоронение). При этом упор делается на не превышение установленных значений, а на их снижение как правило не обращается внимание. В случае превышения установленных значений могут быть применены повышенные тарифы на размещение отходов и другие штрафные санкции, вплоть до прекращения деятельности хозяйствующего субъекта. В случае снижения установленных нормативов платежи взимаются по-прежнему, исходя из установленных значений. Отходы, направляемые согласно утверждённого Проекта нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНООЛР) на утилизацию или обезвреживание, контролируются в большинстве случаев крайне слабо. До сих пор по действующему

законодательству в течение срока действия ПНООЛР (5 лет) представляется технический отчёт, основное содержание которого - подтверждение неизменности технологических процессов и применяемых материалов, для которых установлены контрольные цифры нормативного образования отходов, т.е. у хозяйствующих субъектов объективно отсутствует стимул к сокращению объёмов образования отходов. Опыт выдачи комплексного экологического разрешения (КЭР) пока отсутствует, хотя первые разрозненные сведения говорят о наличии ряда серьёзных вопросов. Но это тема для отдельного рассмотрения.

Следует отметить, что Россия является практически единственной в мире страной, где в области обращения с отходами не используются методы программно-целевого планирования, слабо осуществляется регулирование на государственном уровне, отсутствуют достоверные сведения о динамике образования отходов и вторичных ресурсов, не осуществляется планомерная политика в области ресурсосбережения, которая при правильной организации обеспечит постоянно возобновляемый источник материальных и энергетических ресурсов.

Имеющиеся данные о нормировании отходов являются одними из самых неинформативных во всем массиве природоохранных и ресурсосберегающих сведений. На основании имеющихся статистических данных невозможно сделать сколько-нибудь достоверный вывод о динамике образования отходов на федеральном уровне и в соответствующих субъектах Федерации.

Вместе с этим следует отметить, что с 2019 года практикуется внедрение системы обращения с твёрдыми коммунальными отходами (ТКО) силами региональных операторов. Уже первые шаги создаваемых структур показали, что отсутствует единый подход к организации выполняемой ими деятельности, в том числе к нормированию отходов. В результате часть регионов определяет нормы образования отходов, исходя из площади жилого фонда, часть – по количеству проживающих [4]. То же самое имеет место при обслуживании муниципальных учреждений торговли, коммунально-бытового обслуживания, культуры и т.п. При этом величины применяемых нормативов образования отходов как правило не имеют веских оснований. На прошедшем Ростове-на Дону 4 июня 2019г. совещании по вопросам исполнения законодательства в сфере обращения с ТКО было отмечено «Создаётся ощущение, что цифры берутся с потолка; в одних регионах люди мусорят в 50 раз меньше, чем в других. Отсутствует дифференциация отходов, как и наличие сезонных изменений»

В условиях отсутствия полноценного нормирования и учёта отходов объёмы их образования продолжают нарастать, положительный опыт зарубежной практики, в том числе организации раздельного сбора и использования отходов в качестве вторичных ресурсов, практически не учитывается [5]. Особо следует отметить, что подобное широко распространённое отношение к нормированию отходов осложняет и без того сложную ситуа-

цию в области обращения с отходами и препятствует выполнению утверждённой Правительством РФ «Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации, обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года» [9].

Формирование научно обоснованных методических подходов [8] к нормированию и учёту отходов позволит упорядочить систему обращения с отходами, получить более достоверные сведения об образовании отходов, подготовить базу для внедрения мер экономического стимулирования минимизации отходов и переработки их в качестве вторичного сырья [6].

Список литературы

1. ФЗ-89 «Об отходах производства и потребления» (с изменениями и дополнениями) от 24.06.98г.
2. Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Шехирев Д.В. Технология отходов мегаполиса. Технологический процессы в сервисе. М.: Известия. 2002. 376 с.
3. Скобелев Д.О., Марьев В.А., Шубов Л.Я., Иванков С.И., Доронкина И.Г. Анализ рынка оборудования и рекомендации по его использованию в технологиях управления отходами. М.: ООО «Сам полиграфист», 2018. 200 с.
4. Отходы в России: мусор или ценный ресурс? Сценарии развития сектора обращения с твердыми коммунальными отходами. Итоговый отчет ...
5. Доклад «Анализ эффективности мер по обеспечению переработки твердых коммунальных отходов и предложения по обеспечению учета мнения граждан российской федерации при строительстве объектов, используемых для переработки указанных отходов», ОПФР. М.: 2018.
6. Алексеев А.А. Переработка вторичных материальных ресурсов – инновационный сегмент промышленности / А.А. Алексеев // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2014. №3 (87). С.17-23.
7. Сборник удельных показателей образования отходов производства и потребления. М.: НИЦПУРО. 1999. 70 с.
8. Цховребов Э.С. Особенности технико-экономического обоснования ресурсосберегающей модели комплексной системы обращения с отходами / Кластерные инициативы в формировании прогрессивной структуры национальной экономики: сборник научных трудов 3-й Международной научно-практической конференции. Курск, 16-17 марта 2017 г. С. 272-282.
9. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 января 2018 г. N 84-р «Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года».

УДК 631.3-83:621.313.13

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЙ ЛИНЕЙНЫЙ АСИНХРОННЫЙ
ЭЛЕКТРОПРИВОД МОСТОВОГО АГРЕГАТА**

Юнусов Рустем Фаикович, доцент,

Назаров Ойбек Абдирасулович, ассистент,

Имомназаров Азизбек Ботирович, ассистент

*Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации
сельского хозяйства, г.Ташкент, Республика Узбекистан*

Показана эффективность использования ресурсосберегающих без механических передач электроприводов технологического оборудования с линейным асинхронным двигателем. Приведена упрощённая методика расчёта линейного асинхронного двигателя.

Ключевые слова: Мостовой агрегат, электропривод, линейный асинхронный двигатель, ресурсосбережение, расчётная методика.

Целесообразность работы. В различных отраслях агропромышленного комплекса (растениеводство, животноводство, предприятия ремонта техники и переработки сельхозпродукции и др.) в общем комплексе производственных работ транспортные и погрузочно-разгрузочные работы составляют более 35-40% общих трудозатрат, которые, в свою очередь, объединяют функции транспортных и технологических машин (тяговая и транспортная машины, различные механизмы и орудия для возделывания почвы, разбрасыватели удобрений, кормораздатчики, навозоуборочные установки и др.). В себестоимости произведённой продукции растениеводства и животноводства транспортные расходы составляют до 40% [1-5].

В растениеводстве на ограниченных площадях одним из перспективных технологических способов возделывания и обработки почвы и выращивания овощей и бахчевых является мостовое земледелие [1]. За последнее десятилетие мостовое земледелие в таких странах как, Япония, Англия, Австралия перешло из стадии научных разработок в производство в первую очередь в овощеводстве закрытого грунта, выращивание риса, корнеплодов и различных технических культур.

Принцип мостового агрегата позволяет разработать электромеханизированную технологию выращивания рассады с созданием идеальных условий растений: оптимальное рыхление почвы, точная заделка семян по глубине, междурядная обработка растений рассады с минимальной защитной зоной. При этом многие рабочие органы (мост и сельхозорудия) эффективно можно электрифицировать посредством электроприводов и различных электротехнологических установок, это обеспечит экологическую чистоту внешней среды и растений.

Конструктивное исполнение мостового агрегата. Мостовой агрегат выполнен в виде двухопорной несущей фермы для крепления сельхозорудия. Несущая ферма изготовлена из швеллера, концы которого опираются

на транспортные тележки (рис. 1). Электроснабжение мостового агрегата осуществляется через кабельный барабан, установленный над транспортной тележкой. Мостовой агрегат передвигается на обрешеченных колесах по направляющей колее, выполненной из швеллера.

Исходные технические данные мостового агрегата: Масса моста - 2,0 тонны; Высота - 1,4 м; Ширина - 9 м; Диаметр ходовых колес - 600 мм; Максимальная скорость механизма - 1,0 м/с; Минимальная скорость - 0,25 м/с; Требуемое ускорение - 0,8 м/с; Сила сопротивления почвы при рабочей скорости механизма - 4000 Н.

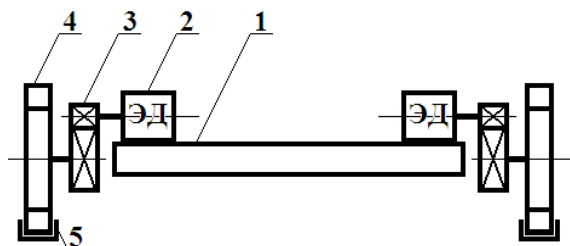


Рис. 1. Конструкция мостового агрегата: 1 - несущая ферма для крепления сельхозорудия; 2 - электродвигатель; 3 - редуктор; 4 - колесо; 5 - направляющая колея.

Требования к электроприводу мостового агрегата. Технологический процесс выращивания рассады определяет, что для оптимального его роста необходима высокая точность посева. Отклонение от этой точности приводит к изреженным всходам и неравномерности всхода рассады, точно такая же высокая точность требуется для обработки готовой рассады (междурядная обработка, рыхление, подрезка корней рассады). Высокая точность обработки на прямую зависит от плавности хода мостового электроагрегата.

Обработка почвы мостовым агрегатом происходит в двух направлениях, поэтому необходимо, чтобы электропривод был реверсивным. Схема управления электропривода должна обеспечивать выравнивание нагрузки двигателей, и обеспечивать диапазон скоростей $V_{\text{моста}} = V_{\text{min}} \div V_{\text{max}}$. Также электропривод должен иметь минимальные габаритные размеры и вес, так как он будет устанавливаться на раме мостового агрегата. Простота также играет немаловажную роль, ввиду невысокого уровня обслуживающего персонала.

Обоснование выбора электропривода с линейным асинхронным двигателем для мостового агрегата. Эффективные возможности упрощения конструкции, снижения материало- и энергоёмкостей ряда электроприводов технологических машин и механизмов при использовании линейных асинхронных электродвигателей обусловлены непосредственным преобразованием в них электрической энергии в различные виды и траек-

тории движения (вращательное, поступательное, колебательное и др.) с практически более высокими, чем электроприводы с механическими преобразователями, тяговыми, энергетическими и эргономическими показателями. Проводятся работы по разработке линейного асинхронного электропривода для различного технологического оборудования: платформенных кормораздатчиков, вибрационных смесителей, исполнительных механизмов точного позиционирования [2-5].

Описание упрощенной методики расчёта линейного асинхронного двигателя. Современная практика проектирования электрических машин предполагает использование на разных стадиях проектирования математических моделей различной степени сложности. В инженерной практике важное значение имеют упрощенные, приближённые методики, которые позволяют с малыми затратами времени и средств производить прикладные расчёты при проектировании опытных образцов машин.

Механизм работает в помещении при отсутствии ветровой нагрузки, поэтому мощность на валу двигателя, необходимая для передвижения мостового агрегата определяется по [3]

$$P = \frac{m \cdot g \cdot V_{\text{мех}}}{10^3 \cdot m_k \cdot \eta} \left(\frac{\varphi_n \cdot d_{cm} + 2M}{D_k} K_{\rho\delta} \right) + P_n \quad (1)$$

где m - масса перемещаемого механизма, кг; $g=9,8$ м/с² - ускорение свободного падения; $V_{\text{мех}}$ - скорость передвижения механизма, м/с; $\eta=0,015$ - коэффициент трения в подшипниках качения ступиц колес; D_k - диаметр ходового колеса, м; d_{cm} - диаметр ступицы ходового колеса, м; η - КПД механизма; $m_k=1$ - число механизмов передвижения; $M=0,5 \times 10^{-3}$ - коэффициент трения качения; $K_{\rho\delta}=1,3, 1,4$ - коэффициент формы ходового колеса, учитывающий трение ребер ходового колеса.

Мощность (Вт), учитывающая сопротивление почвы

$$P_n = Q \cdot V_{\text{мех}}, \quad (2)$$

где $Q = 4000$ Н - сила трения инструмента о почву.

Для предполагаемой конструкции вторичного элемента по нижеследующим выражениям [5-7] рассчитывается электромагнитная добротность ε

$$\varepsilon = \frac{\mu_0 \gamma_2 k_q s \omega_1 \tau^2 \Delta}{\pi^2 k_\delta k_\mu \delta} = \varepsilon_0 s, \quad (3)$$

где k_q - коэффициент, учитывающий поперечный краевой эффект;

ε_0 - магнитное число Рейнольдса (электромагнитная добротность) при скольжении $s = 1$.

Относительный ток намагничивания

$$I_{m^*} = \frac{I}{\cos \psi_2 \sqrt{1 + (\varepsilon + \text{tg} \psi_2)^2}} \quad (4)$$

Для стального вторичного элемента ток $I_{м*}$ находится на основании [5,6] после определения линейной токовой нагрузки A_1 . Далее определяются электромагнитные нагрузки.

В зависимости от принятого класса нагревостойкости изоляции и предполагаемой продолжительности включения ЛАД по рекомендациями [5] выбираем фактор нагрева $A_1 j$.

Линейная токовая нагрузка индуктора

$$A_1 = k_{12} \sqrt{A_1 j k_{3..m} k_{11} t_{z1}} \quad (5)$$

Индукция магнитного поля в воздушном зазоре:

$$B_{\delta} = 5,62 \cdot 10^{-7} \frac{k_{об} \tau A_1 I_{м*}}{k_{\mu} \delta_3} \quad (6)$$

Максимальная индукция в основании зубца:

$$B_{zmax} = \frac{B_{\delta} k_n}{k_c (1 - k_{12})} \left(\frac{1,05 k_{11} \delta_3}{k_{об} \tau I_{м*}} + 1 \right) \quad (7)$$

Механическая мощность ЛАД

$$P_m = \frac{6,3}{\mu_0} B_{\delta}^2 2 b f_1 k_{\mu} \delta_3 p \varepsilon \cos^2 \psi_2 (1-s) k_F \quad (8)$$

Удельное тяговое усилие

$$F_{y0} = \frac{1,58}{\mu_0 \tau} B_{\delta}^2 k_{\mu} \delta_3 \varepsilon \cos^2 \psi_2 k_F \quad (9)$$

Энергетический фактор

$$\eta \cos \varphi = \frac{k_B \varepsilon \cos \psi_2 (1-s) k_{\eta}}{\sqrt{1 + (\varepsilon + t g \psi_2)^2}} \quad (10)$$

Расчёт обмоточных данных индуктора ЛАД производится известными методами [3-7]. По окончании предварительных расчетов уточнение характеристик и показателей ЛАД, а в ряде случаев и корректировку некоторых их параметров можно проводить по более сложным математическим моделям, позволяющим учесть как конструктивные особенности ЛАД, так и особенности режимов их работы.

Наибольшими возможностями при анализе характеристик ЛАД обладает метод, использующий развёрнутые схемы замещения электрических и магнитных цепей, позволяющих рассчитывать двигатели при произвольной схеме обмоток индуктора и различных схемах питания (например, двухтокового или питания от тиристорного преобразователя) с учётом дискретности вторичного элемента, в том числе в нестационарных режимах работы [5-7]. Известно, что выбор той или иной расчётной методики часто ограничивается возможностями вычислительной техники. Предлагаемый выше метод расчёта ЛАД в этом плане выгодно отличается от других, поскольку позволяет менять степень дискретизации математической модели, а значит, изменять трудоёмкость расчётов.

Выводы.

1. В производствах агропромышленного комплекса одним из основных потребителей электроэнергии в водном хозяйстве являются различные электроприводы, в связи с этим разработка безредукторных энергосберегающих электроприводов с линейными асинхронными двигателями для технологического оборудования являются перспективным направлением.

2. Математическая модель основанная на численном методе детализированных электрических и магнитной схем замещения достаточно адекватно описывает электромагнитные процессы в линейном асинхронном электродвигателе. Проводимые исследования на математических и физических моделях с целью повышения тяговых и энергетических показателей в различных режимах работы линейных асинхронных двигателей с различными схемами соединения обмоток индуктора, конструктивными исполнениями вторичного элемента являются оправданными с технико-экономических позиций.

Список литературы

1. Патент РФ RU 2161386, МКИ5А 01 В 49/00, 20.11.97 Агрокомплекс / И.А.Майсов.
2. Юнусов Р.Ф. и др. Платформенный раздатчик кормов. Патент РУз от 22.03.2000 г. МПК6 А01К5/ 02.- № ИДР 9900052.1 D/F. Заявл. 03.02.99.
3. Проектирование электрических машин/ Под ред. И.П.Копылова.- М.: Энергия, 1980.- 495 с.
4. Электропривод на базе двигателей с разомкнутым магнитопроводом для машин Агропромышленного комплекса: Отчет/ ЧИМЭСХ; Рук. темы А.А.Пястолов. Отв. исполнитель Р.Ф.Юнусов. № ГР 01860022328; Инв. № 2880002765.- Челябинск, 1987.- 49 с.
5. Веселовский О.Н., Коняев А.Ю., Сарапулов Ф.Н. Линейные асинхронные двигатели.- М.: Энергоатомиздат, 1991.- 256 с.
6. Вольдек А.И. Индукционные магнитогидродинамические машины с жидкометаллическим рабочим телом.- Л.: Энергия, 1970.- 272 с.
7. Юнусов Р.Ф. Математическая модель линейного асинхронного двигателя// Вопросы математического моделирования в агроинженерии. Сб. науч. тр. Вып.1/ ТИИИМСХ, Ташкент, 1998, с. 187-195.

Научное издание

ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЦЕССЫ

Сборник научных статей
6-й Всероссийской
научно-технической конференции
с международным участием

25-26 сентября 2019 года

Ответственный редактор *Горохов А.А.*

Подписано в печать 05.10.2019 г.
Формат 60x84 1/16, Бумага офсетная
Уч.-изд. л. 11,3 Усл. печ. л. 11,3 Тираж 200 экз. Заказ № 293

Отпечатано в типографии
Закрытое акционерное общество "Университетская книга"
305018, г. Курск, ул. Монтажников, д.12
ИНН 4632047762 ОГРН 1044637037829 дата регистрации 23.11.2004 г.
Телефон +7-910-730-82-83