

Министерство образования и науки Российской Федерации

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Севастопольский государственный университет»**

Сборник тезисов
по материалам Региональной студенческой
научно-технической конференции

**«Прогрессивные
направления развития
машиноприборостроительных
отраслей и транспорта»**

23 – 25 мая 2017 года

г. Севастополь 2017

Редакционная коллегия:

В.В. Мешков, канд. техн. наук, доцент – председатель;

Н.И. Покинтелица, д-р. техн. наук, проф. – сопредседатель;

В.И. Головин, канд. техн. наук; **С.М. Братан**, доктор техн. наук;
О.В. Филипович, канд. техн. наук; **А.Н. Бакулина**, канд. техн. наук; **Л.А. Ничкова**,
канд. техн. наук; **В.И. Пахалюк**, канд. техн. наук;
Е.А. Емченко, канд. техн. наук; **А.А. Ветрогон**, канд. техн. наук – отв. исполнитель;
Авакян А.Г. - ассистент.

Региональная студенческая научно-техническая конференция «Прогрессивные направления развития машиноприборостроительных отраслей и транспорта» / Сборник тезисов. — Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, 2016. – 182 с., с илл.

Публикуется по решению оргкомитета Региональной студенческой научно-технической конференции, проведенной 23 – 25 мая 2017 г. в ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь. Материалы публикуются в авторской редакции.

В сборнике представлены результаты научно-исследовательской работы студентов по проблемам машиноприборостроения и транспорта. Сборник предназначен для специалистов, основным видом профессиональной деятельности которых являются отрасли машиноприборостроения и транспорта.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1. ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ	8
Дружинин А.В., Остренко А.Г. Исследования влияния коэффициента сопротивления автомобильного амортизатора на износ его резиновых уплотнений	8
Сидоров С.И., Остренко А.Г. Сравнительный анализ автомобильных систем изменения фаз газораспределения	9
Шишкин С.В. Интеллектуальные системы, способствующие упрощению управлением автотранспортным средством	11
Гриценко В.В., Ксенофонтова В.А. Решение задачи упруго-пластической деформации для кузова легкового автомобиля	13
Игнатова В.А., Ксенофонтова В.А. Анализ дорожно-транспортных происшествий на основе регрессионных моделей	14
Казарин Е.А., Крипак М.Н. Системы непосредственного впрыска бензиновых двигателей.....	16
Пузан А.А., Огрызков С.В. Исследование колебаний давления топлива в системах питания дизельных двигателей с общей топливной магистралью.....	18
Шاپорева С.М., Крипак М.Н. Совершенствование методов оценки качества организации дорожного движения	19
Матевосян С.К., Скрипниченко Ю.О., Бакулина А.Н., Сопин П.К. Квалиметрическая оценка уровня качества обслуживания на станциях технического обслуживания.....	21
Собченко П.П., Харченко А.О. Пневматическая подвеска.....	23
Билько О.Ю., Сопин П.К. Влияние показателя g/s на эффективность ДВС	24
Душевин О.М., Яковенко Е.В., Соустова Л.И. Выбор значений жесткости рамы карта для оптимального прохождения гоночной трассы «CrimeaGP»	25
Коваленко Н.И., Сопин П.К. Устранение завихрений во впускном коллекторе автомобиля	27
Паршиков Р.А., Крипак М.Н. Системы управления движением автомобиля.....	28
Елисеев А.К., Яковенко Е.В., Кияшко Л.А. Анализ современных систем электронной блокировки межколесного дифференциала	30
Мамбетов У.М., Шемиев С-А.Б. Анализ факторов, влияющих на безопасность дорожного движения, при прохождении автомобилем закругления дороги	32
Эмир-Алиев Ш.А., Феватов С.А. Методика проведения экспериментального исследования курсовой устойчивости легкового автомобиля.....	34
Левин И.С., Ветрогон А.А. Анализ применимости капролона в узлах трения автомобильного сцепления.....	36
Коваленко Д.И., Ветрогон А.А. Система впрыска воды в двигателях внутреннего сгорания.....	37
Кузнецов Д.А., Саса, Д.А., Ветрогон А.А. Анализ эффективности внедрения светофорного регулирования на пересечении ул. Отрадная и Фиолентовского шоссе г. Севастополь	38
Собченко П.П., Харченко А.А. Сравнительный анализ адаптивных пневмоподвесок серийных автомобилей.....	39
Задорожный М.К., Худаймуратов М.А. Проблемы перехода автотранспорта на альтернативные виды топлива.....	40

Задорожный М.К., Худаймуратов М.А.	
Проблемы эксплуатационных характеристик автомобилестроения	41
Цыганова В.В., Романий Л.А., Неменко А.В.	
Оценка прочностной надежности судовых конструктивных элементов	42
Халимон Д.А., Гуня А.А., Неменко А.В.	
Особенности контроля напряженно-деформируемых состояний циклически нагруженных вращающихся элементов механического привода	44
Денисова Д.С., Терновой Д.Ю., Неменко А.В.	
Циклическая прочность механических элементов из капролона	46
РАЗДЕЛ 2 ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКЦИИ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ	48
Гутник М.В., Варварина Н.М.	
Обоснование рационального использования продуктов переработки винограда в технологии функциональных продуктов питания	48
Крамар С.И., Варварина Н.М.	
Перспективы использования айвы в технологии продукции с радиопротекторными свойствами	50
Анисимова М.В., Покинтелица Н.И.	
Изготовление мучных изделий с применением тонкодисперсных порошков из отходов винодельческого производства	52
Кролева Р.Ю., Донец А.П.	
Использование пищевых волокон в технологии рубленых мясных полуфабрикатов.....	54
Молчанов Н.В., Донец А.П.	
Усовершенствование рецептурного состава майонезных соусов	56
Лапченко-Врублевская Ю.Е., Светличная О.В.	
Исследование качества плавленых пастообразных сыров, реализуемых в торговой сети города Симферополя	58
Шумейко А.А., Покинтелица Н.И.	
Технология комбинированных мясорастительных продуктов	60
Точилина Е.В., Светличная О.В.	
Товароведческие аспекты исследования образцов сливочного масла	62
РАЗДЕЛ 3. АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ	
Байда А.А.	
Использование прикладного программного обеспечения для моделирования надежности автоматизированного комплекса механической обработки крупногабаритных валов	64
Глобин А.В.	
Использование расширенного фильтра калмана в задачах оценки состояния мобильных роботов	65
Джамалов М.О., Пашков Е.В.	
Исследование динамических характеристик сервопривода переменного тока, входящего в состав промышленного робота контактной точечной сварки	66
Закиров Б.Т., Поливцев В.П.	
Исследование динамических характеристик линейных и поворотных пневмоприводов автоматизированной линии розлива минеральной воды	68
Калицев А.Н., Копп В.Я.	
Исследование вариантов переналадки производства в гибкой автоматизированной линии по изготовлению макаронных изделий	70
Камалов А.С., Круговой А.Н.	
Автоматизированный комплекс группировки соков в стеклянной таре.....	72
Кривенко В.Ю., Головин В.И.	
Применение машинного зрения для контроля качества плодов на линии шоковой заморозки...	73
Кривич Д.В., Карлов А.Г.	
Критерии выбора комплектующих при создании станков с ЧПУ для аддитивных технологий дидактического назначения.....	75
Кузнецов Г.В.	

Определение ограничений по ускорению при пуске и торможении привода тележки мостового крана-штабелера	77
Ляхов А.Е.	
К вопросу исследования надежности элементов автоматизированной линии производства гипсокартона.....	79
Неплюева О.В., Майстришин М.М.	
Задачи повышения производительности процесса сварки в защитных газах	80
Панчук В.М., Копп В.Я.	
Анализ механизма формирования погрешностей цилиндрических заготовок для автоматизированного резбонакатывания	81
Петрова А.А., Филипович О.В.	
Информационно-управляющая система к шлифовальному станку	83
Роза М.Л., Липка В.М., Рапацкий Ю.Л.	
Анализ влияния шероховатости поверхностей деталей с резьбой на качество резьбовых соединений, получаемых автоматизированной сборкой.....	84
Романюк Р.В., Невар Г.В.	
Селективная сборка плунжерных пар топливных насосов	86
Семидетнов М.С., Майстришин М.М.	
Управление линейным пневмоприводом автоматизированного комплекса шихтовки сердечника трансформатора	88
Смолиенко И.И., Карлов А.Г.	
Поиск инновационных решений устройств демпфирования циклового пневмопривода на основе программного продукта Solving Mill	90
Сотников Д.А., Карлов А.Г.	
Задачи повышения производительности процесса разлива оливкового масла	92
Степанова К.Д., Кирик Р.И., Карпенко А.В., Заморенова Д.В.	
Оптимальное распределение средств на модернизацию технологических ячеек.....	94
Сычев А.А., Копп В.Я.	
Исследование процесса функционирования автоматизированной линии упаковки сыпучих объектов.....	96
Фомин А.А., Филипович О.В.	
Роботизированный комплекс точечной сварки шкафов.....	97
Шапарь Е.В., Карлов А.Г.	
Математическая модель комбинированного захватного устройства для групповой упаковки ...	98
РАЗДЕЛ 4. ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ...	100
Стеценко В.Н., Никишин В.В.	
Математическое моделирование движения беспилотного аппарата для экологического мониторинга акваторий.....	100
Буймистр Д.М., Балакин А.И.	
Анализ методов виброакустической диагностики подшипников качения	102
Гайбу Д.И., Волошина Н.А.	
Автоматизированное устройство для контроля диаметра проволоки в процессе волочения.....	103
Донцов Д.С., Васютенко А.П.	
Динамические погрешности пневматических приборов при измерении отклонения формы	104
Кичатов Д.И., Балакин А.И.	
Влияние конструктивных параметров индуктивного преобразователя на его выходной сигнал.....	106
Княшко Е.А., Балакин А.И.	
Исследование структуры и параметров луча эксимерного лазера	108
Литовченко А.В., Якимов А.А., Васютенко А.П.	
Измерительная система на базе расходомеров с аксиальной турбинкой и ламинарным сопротивлением плунжерного типа	110
Морозевич О.Ю., Васютенко А.П.	
Исследование пневматического измерительного преобразователя с двойной заслонкой	111
Панкратьева Я.А., Балакин А.И.	

Анализ параметров емкостных преобразователей, влияющих на их точность.....	112
Севастьянова И.Ю., Васютенко А.П.	
Автоматизированное устройство для измерения глубины и отклонения от параллельности детали «стакан»	114
Танцюра В.О., Васютенко А.П.	
Пневмотахометрический преобразователь с ламинарным пневмосопротивлением и постоянным давлением на входе	115
Турсунова А.Э., Флоря П.Н., Головин В.И.	
Обзор методов неразрушающего контроля качества сварных швов корпуса судна	116
Якимов А.А., Литовченко А.В., Васютенко А.П.	
Измерительная система с турбулентными пневмосопротивлениями типа сопло - заслонка и постоянным давлением воздуха на входе расходомера.....	118
РАЗДЕЛ 5. МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ	119
Ивашук И.А., Белая М.Н.	
Премии в области качества – инструмент управления	119
Кадыров Э.Э., Бариева Е.Ф.	
Контроль качества сварных соединений на основе метода магнитной памяти металла.....	121
Коршунова М., Белая М.Н.	
О критериях аккредитации органов по сертификации систем менеджмента качества	122
Муха Т.В., Белая М.Н.	
К вопросу о внедрении системы ХАССП на предприятиях г. Севастополь	124
Хмара Е.Д., Белая М.Н.	
Критерии определения области аккредитации испытательной лаборатории.....	125
Шахова Е.С., Острынская А.В., Бакулина А.Н.	
Анализ отечественной законодательной и нормативной базы регламентирующей требования к научно-педагогическим работникам ВУЗ.....	127
Яцык А.В., Кравцова С.Е.	
Проведение внутреннего аудита системы менеджмента качества политехнического института.....	129
Левицкая Н.В., Яцык А.В., Белая М.Н.	
Система менеджмента качества политехнического института: последовательность действий при разработке, внедрении и сертификации	130
Кожушко М.Э., Маркеева Е.С., Кравцова С.Е.	
Разработка системы измерения температуры для беспилотного комплекса экологического мониторинга акваторий.....	132
РАЗДЕЛ 6. ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ	133
Богуцкий Б.В., Братан С.М.	
Основные параметры качества при абразивной обработке.....	133
Боровец И.И., Богуцкий В.Б.	
Организация ремонта металлообрабатывающего оборудования на предприятиях зарубежных стран	135
Дзюбаба Р.Н., Новоселов Ю.А.	
Получение требуемых параметров шероховатости поверхности за счет оптимизации технологических факторов при обработке абразивными инструментами.....	137
Пянковская М.В., Богуцкий В.Б.	
Разработка алгоритма силового расчета универсально – сборных приспособлений	139
Веретенников М.В., Левченко Е.А.	
Особенности использования вибраций при термофрикционной обработке деталей	141
Косяк В.Д., Косяк Л.В., Левченко Е.А.	
Об особенностях процесса обработки деталей свободными абразивами в колеблющихся контейнерах	143
Мухин В.А., Рошупкин С.И.	
Установка для исследования сил резания при точении.....	145
Цеван А.А., Рошупкин С.И.	

Подходы к моделированию усилий резания при шлифовании.....	147
Галбура Д.И., Сазонов С.Е.	
Сущность процесса электроалмазной обработки и ее режимы	149
Кучкаев А.И., Тараховский А.Ю.	
CALS-технологии в малом производстве	151
Столярчук Д.В., Тараховский А.Ю.	
Новые уплотнения для вращающихся валов и силовых гидроцилиндров	153
Сысоев Д.Т., Тараховский А.А., Тараховский А.Ю.	
Разработка методики расчетов параметров сборки соединений типа «эластичный кольцевой элемент-внутренняя канавка детали» и сравнение расчетов программ ABAQUS и ANSYS	155
Строенцев В.А., Соколова В.В., Шрон Л.Б.	
Влияние методов нанесения покрытий на период стойкости режущих инструментов	157
РАЗДЕЛ 7. ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА	159
Порожняк Е.А., Шелевальник Н.В., Медведь А.Ф., Серeda В.Г.	
Поверхности вращения в качестве ветродвижителей судов	159
Володин В.И., Непорожнев А.С.	
Суперкоманды в Autocad.....	160
Шубина В.А., Непорожнев А.С.	
Использование библиотеки блоков Autocad при проектировании объектов общественного питания.....	161
Андрющенко С.А., Бабенко В.М.	
Выполнение сборочного чертежа сварного изделия в среде Autocad Mechanical 2016	162
РАЗДЕЛ 8. ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.....	164
Алисинович И.А., Осадчая Л.И.	
Оборудование и технологии по лесозаготовке в России.....	164
Бекирова В.В., Забелина Ю.В., Ничкова Л.А.	
Оценка воздействия выбросов ПАО «Севэнерго» на окружающую среду и разработка нормативов предельно допустимых выбросов	166
Корж М.А., Гутник В.С.	
Оценка электромагнитной обстановки, создаваемой радиотелевизионной станцией "Исторический бульвар"	168
Бурдеева А.В., Добровольская Е.В., Сигора Г.А., Ничкова Л.А.	
Утилизация и способы переработки ртутьсодержащих элементов.....	169
Дорошенко Я.Н., Хоменко Т.Ю., Сигора Г.А., Ничкова Л.А.	
Физико-химические анализы тест-объектов на предмет определения количества хлорофилла.....	171
Дорошенко Я.Н., Хоменко Т.Ю., Ничкова Л.А., Осадчая Л.И.	
Анализ флуктуирующей асимметрии листьев	173
Абибулаева А.Ш., Буденный А.П.	
Обоснование необходимости утилизации бурового шлама.....	175
Ефремова Е.С., Довгаль Г.А., Парфенова И.А.	
Исследование древесно-кустарниковой растительности горно-промышленного ландшафта Псилерахского карьера	177
Аралова В.В., Одинцов А.Н.	
О «динамичности» показателя надежности сложных систем	178
Устинова А.А., Одинцов А.Н.	
О целесообразности принудительной циркуляции теплоносителя в воздушном солнечном коллекторе.....	179
Замятин Е.А., Хоменко Т.Ю., Ничкова Л.А.	
Моделирование работы проточного распылительного теплообменника в помещении при пожаре.....	181

РАЗДЕЛ 1. ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ

УДК 519.876

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО АМОРТИЗАТОРА НА ИЗНОС ЕГО РЕЗИНОВЫХ УПЛОТНЕНИЙ

А.В. Дружинин, студент,

А.Г. Остренко, ст.пр., научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: AGOstrenko@mail.sevsu.ru

По результатам исследований, проведённых Дербаремдикером А.Д. [1], Златовратским О.Д., Хлопиковым Д.С. [2], установлено, что 70% отказов автомобильных гидравлических амортизаторов происходит в результате износа уплотнительных узлов.

Целью данной работы является выявления оптимального значения коэффициента сопротивления гасящего элемента обеспечивающего минимальный износ резиновых уплотнений.

Для определения величины износа резиновых уплотнений, контактирующих с металлическим валом, автором Крагельским И.В. [3] предложена формула:

$$U = IL, \quad (1)$$

где I – величина удельного износа, для резины узла уплотнения $I = 2 \cdot 10^{-9}$; L – путь трения, равный суммарному перемещению штока амортизатора, м.

Как видно из формулы (1) величина износа U прямо пропорциональна пути трения L . Чтобы определить величину суммарного перемещения штока гасящего элемента за определённый промежуток времени, необходимо решить уравнение вынужденных колебаний одномассовой системы, которое с достаточной точностью описывает колебания кузова автомобиля при движении:

$$m \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + la \frac{dy(t)}{dt} - h_0 \cos(\omega t) + cy(t) - h_0 \sin(\omega t) = 0, \quad (2)$$

где m – поддрессоренная масса, кг; $y(t)$ – перемещение поддрессоренной массы, м; la – коэффициент сопротивления амортизатора, Нс/м; C – жёсткость подвески, Н/м; h_0 – амплитуда неровностей дорожного полотна, м; ω – частота возмущающих колебаний, c^{-1} .

Список литературы:

1. Дербаремдикер А.Д. Гидравлические амортизаторы автомобилей /А.Д. Дербаремдикер. – М.: Машиностроение, 1979. – 237с.
2. Златовратский О. Д., Хлопиков Д. С. Неразборные амортизаторы: низкая металлоёмкость – высокая надёжность и долговечность. / О. Д. Златовратский. – Автомобильная промышленность, 1983, № 12, с. 16-17.
3. Крагельский И.В. Трение и износ / И.В. Крагельский. – М.: Машгиз, 1962 – 384с.

Задавшись следующими начальными условиями: $m=5000H$, $c=1800H/м$, $h_0=0,1i$, $\omega=5\pi^{-1}$, решив уравнение (2) при различных значениях la , определив путь трения на временном промежутке $t=60c$, получили зависимость величины износа резинового уплотнения от коэффициента сопротивления амортизатора (рисунок 1).

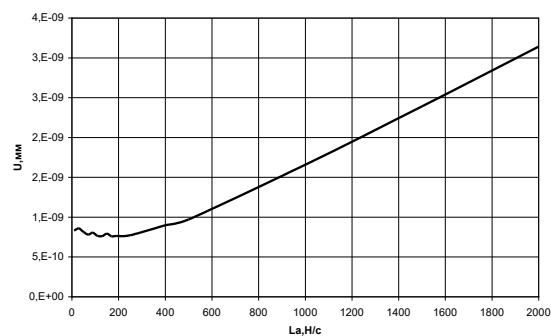


Рисунок 1 – График зависимости величины износа резинового уплотнения от коэффициента сопротивления амортизатора.

График показывает, что область минимальных значений износа $U = (7,59 \cdot 10^{-10} \dots 7,72 \cdot 10^{-10}) i i$. соответствует достаточно широкому диапазону коэффициента сопротивления $la = (170 \dots 250) \frac{Hc}{м}$. Однако на практике значения la для легковых автомобилей лежат в пределах $(800 \dots 1000) \frac{Hc}{м}$, что соответствует области износа $U = (1,20 \cdot 10^{-9} \dots 1,50 \cdot 10^{-9}) i i$.

УДК 519.876

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АВТОМОБИЛЬНЫХ СИСТЕМ ИЗМЕНЕНИЯ ФАЗ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

С.И. Сидоров, студент,

А.Г. Остренко, ст.пр., научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г.Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: sidorov.sergius@gmail.com

Системы изменения фаз газораспределения, которые регулируют параметры открытия клапанов в соответствии со скоростью вращения и нагрузкой на двигатель, начали разрабатываться в 60-х годах прошлого столетия, когда возникла необходимость уменьшить расход топлива, сохранив динамические характеристики автомобиля. Так же, немаловажное влияние на развитие этих систем оказал автоспорт, требующий большого крутящего момента в зоне высоких оборотов коленчатого вала. Характеристики наиболее распространенных систем изменения фаз газораспределения представлены в таблице 1 [1,2,3].

Таблица 1 – Характеристики систем изменения фаз газораспределения

	Характеристика
Alfa Romeo	Doublecontinuousvariablevalvetiming(CVVT) – пионер в этой сфере, используется на впуске и выпуске, представляет собой шестерню-муфту распределительных валов, применяется на системе DOHC.
BMW	VANOS - регулирует положение впускного распределительного вала и впускных клапанов, на дискретных шагах. Valvetronic - открытие клапанов регулируются промежуточным рычагом, приводимым в движение валом электродвигателя. Таким образом появилась возможность постоянного изменения максимальной высоты подъема клапанов.
Honda	VTEC (Variable valve Timing and lift Electronic Control); VTC (Variable Timing Control). DOHC VTEC - на каждом распределительном вале для каждого цилиндра функционировали 3 кулачка. Два крайних задавали ход клапанов в обычном режиме, тогда как средний кулачок имел профиль под высокие обороты. SOHC VTEC - работает только на впускных клапанах. SOHC VTEC-E (Economy или Effective) - воздействует через посредников – рокеры. При этом полноценно открывался только один впускной клапан из двух, что создает сильные завихрения вокруг зоны свечи.
Honda	3-stage SOHC VTEC - является комбинацией SOHC VTEC и SOHC VTEC-E. i-VTEC 1 - дополнительно представил непрерывно изменяемые фазы газораспределения (VTC - Variable

	Характеристика
	Timing Control) на распределении впускных клапанов в системе DOHC VTEC. i-VTEC 2 - использует лишь впускной вал по принципу, аналогичному SOHC VTEC-E, и предназначена для экономичных моторов. По сути является VTEC-E, но со вторым распределением без VTEC и наличием VTC на впускном валу. SOHC i-VTEC - имеет классически для VTEC 3 впускных кулачка на цилиндр, но работает на низких оборотах. Предназначен он для того чтобы временно приоткрывать один из впускных клапанов во время такта сжатия, на манер цикла Аткинсона (Миллера). i-VTEC I (Injection) - является разновидностью i-VTEC для прямого (непосредственного) впрыска топлива. Отличается возможностью работы на особенно бедной смеси до 65:1. AVTEC (Advanced VTEC) - компанией Honda запатентована версия VTEC с непрерывно изменяемыми временем и ходом клапанов, а также фазами открытия. VTEC Turbo - в данной технологии соединились не только VTEC и турбонаддув, но и также непосредственный впрыск топлива.
Mitsubishi	Mitsubishi Innovative Valve timing Electronic Control (MIVEC) MIVEC SOHC – система имеет три кулачка, средний кулачок до определенных оборотов работает в «холостую», благодаря расклиниванию рокера плунжером под давлением масла, средний агрессивный кулачок вступает в действие. MIVEC DOHC 1 – аналог системы Alfa Romeo, действует только впускной вал. MIVEC DOHC 2 – аналог системы Alfa Romeo, использует оба распределительных вала.
Nissan	VVL (Nissan Ecology Oriented Variable Valve Lift and Timing) – аналог системы Honda DOHC VTEC, за исключением независимости включения впускного и выпускного валах и работой в более узком диапазоне (Впуск включение – 5000 об/мин, выпуск – 6500 об/мин). VVEL (Nissan Variable Valve Event and Lift) – аналог BMW Valvetronic, за исключением использования дисмодромного механизма на выпускном валу, что позволяет работать на более высоких оборотах.

	Характеристика
Subaru	Active valve control system (AVCS) – аналог Toyota VVT-I, система корректирует только поворот выпускного распределителя.
	DualAVCS – система корректирует поворот обоих распределительных валов.
Toyota	i-ActiveValveLiftSystem(i-AVLS) – представляет собой подобию системы HondaVTEC. AVLS имеет два кулачка разного профиля, которые задействуют свой впускной клапан – на малооборотистых режимах один впускной клапан открывается больше второго. При подаче масла специальный штифт блокирует кулачки вместе и клапана начинают работать в идентичном режиме.
	VVT-i (Variable Valve Timing with intelligence) – аналог системы Alfa Romeo.
	DualVVT-I – аналог системы Alfa Romeo с регулировкой обоих распределительных валов.
	VVTL-i (Variable Valve Timing and Lift intelligent system) - для каждой пары клапанов на распредвале имеется два кулачка с разным профилем (спокойным и агрессивным), а на рокере — два разных толкателя (соответственно, роликовый и скользящий).
	VVT-iE (Variable Valve Timing - intelligent by Electric motor) – аналог VVT-I, за исключением использования электромумфты вместо гидромумфты.
	VVT-iW (Variable Valve Timing - intelligent Wide) – впускной вал работает аналогично Honda SOHCi-VTEC с использованием элементов цикла Аткинсона, а выпускной вал работает как привычный VVT-i.
	Valvematic – аналог BMW Valvetronic.

Сравнительный анализ основных систем изменения фаз газораспределения выполнен при помощи метода бальной оценки (Таблица 2). Оценка производится по 5 бальной системе.

Список литературы:

1. Официальный сайт Mitsubishi Motors URL [Электронный ресурс], - <http://www.mitsubishi-motors.com/en/innovation/technology/library/mivec.html> - статья в интернете.
2. Официальный сайт Honda World URL [Электронный ресурс], - <http://world.honda.com/history/challenge/1989vtecengine/index.html> - статья в интернете.
3. Официальный сайт BMW URL [Электронный ресурс], - http://www.bmw.com/com/en/insights/technology/technology_guide/articles/vanos_double_vanos.html - статья в интернете.

Таблица 2 – Сравнительный анализ систем изменения фаз газораспределения

	CCVT	VANOS	Valvetronic	DOHC VTEC
Пр.конст.	4	3	2	5
Эффект.	3	3	5	4
	SOHC VTEC		3-stage VTEC	DOHC i-VTEC
Пр.конст.	5		3	5
Эффект.	3		5	5
	MIVEC SOHC	VVL	VVEL	AVLS+ AVCS
Пр.конст.	2	3	2	5
Эффект.	4	5	5	4
	VVTL-i		VVT-iE	VVT-iW
Пр.конст.	3		5	5
Эффект.	5		3	4

Среди вышеупомянутых систем стоит выделить систему Honda DOHCi-VTEC, которая позволяет получить максимальный крутящий момент на коленчатом валу во всем диапазоне оборотов благодаря разным профилям кулачков и фазовращателю, что, в сумме с простотой конструкции, делает эту систему одной из лучших в своем роде. Также стоит отметить системы Subaru AVCS+AVLS и Toyota VVT-iW, которые значительно уменьшают количество вредных выбросов в атмосферу и уменьшают расход топлива, но не дают прироста мощности во всем диапазоне оборотов коленчатого вала, поэтому их нельзя считать максимально эффективными.

УДК 519.876

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ УПРОЩЕНИЮ УПРАВЛЕНИЕМ АВТОТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ

С.В. Шишкин, студент

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г.Севастополь, Российская Федерация, 299053

На сегодняшний день все чаще и чаще используются интеллектуальные системы, которые призваны упростить, а в некоторых случаях и заменить труд человека. Одной из таких систем является искусственный интеллект. Искусственный интеллект – это плод многих лет работы, который с каждым годом совершенствуется и не перестает удивлять мир своими возможностями и способностями. На данный момент искусственный интеллект можно встретить буквально на каждом шагу, наверняка каждый из нас пользуется гаджетами, без которых представить свою жизнь, современному человеку, уже очень сложно. Не обошел искусственный интеллект и автотранспортные средства.

На данный момент интеллектуальные системы встречаются во многих транспортных средствах. Тяжело себе представить современный самолет без системы автопилота и системы по предотвращению столкновения – ТАКС. В железнодорожном транспорте ситуация тоже не хуже, уже никого не удивить системой, которая автоматически останавливает на нужной остановке состав поезда в метрополитене, а так же открывает и закрывает в нужный момент двери и продолжает свое движение. В некоторых странах давно забыли про машиниста, и пользуются автоматизированным поездом.

А что тогда с автомобильным транспортом? Здесь дела обстоят намного сложнее. В предыдущих примерах у транспортных средств (ТС), было главное преимущество, а именно – большое пространство. В автомобильных условиях очень редко бывает, что ты можешь ехать куда хочешь и тебе при этом никто не будет мешать, где ты точно знаешь, когда надо остановиться, а когда снова продолжить движение. Но и здесь наука не сидит сложа руки. На данный момент уже есть близкие к автопилоту системы, упрощающие и помогающие водителю управлять автомобилем.

Какие тогда функции возлагаются на эту систему? Ниже будут приведены основные критерии, которые необходимы для эффективного использования данной системы в повседневной жизни. Итак, системе необходимо:

1. Работать 24/7 в независимости от времени суток, года, погодных и географических особенностей.

2. Правильно считывать дорожные разметки и знаки, видеть неровности и прочие объекты на дороге.
3. Определять состояние водителя, в случае необходимости снизить скорость либо полностью остановиться.
4. Непрерывный доступ в интернет и системам GPS/ГЛОНАСС, для мгновенного обновления данных и отслеживания ситуации на дороге.
5. Максимально быть совмещенной с любым ТС.
6. Возможность двойного подтверждения информации в короткие сроки, для оперативного реагирования обстановки на дороге.

На данный момент есть уже системы, которые в той или иной степени удовлетворяют вышеизложенные требования. Так, например, флагман в разработках автопилота компания Tesla, уже далеко продвинулась вперед в данной области. Последние разработки как минимум вселяют надежду, на великое будущее в данной отрасли. Таким образом, в последних разработках Tesla, чтобы замечать предметы вокруг и двигаться согласно карте, программное обеспечение использует данные из четырех источников. Во-первых, это ультразвуковые датчики, которые ищут автомобили вокруг вас. Во-вторых, есть фронтальный радар, который «видит» сквозь туман и дождь. Также используется фронтальная камера, которая фиксирует дорожные знаки. Очень точный GPS-трекер выполняет роль проверочного устройства: он отслеживает действия всей системы и проверяет их правильность. Когда вы выезжаете на шоссе, автомобиль может автоматически поддерживать заданные параметры (скорость движения и направление), при этом удерживая дистанцию с остальными машинами на дороге. Съехать с полосы не получится — и не потому, что авто издаст громкий звук, подавая сигнал об этом. Поэтому, для того, чтобы перестроиться в другой ряд по всем правилам, вам необходимо дать команду системе: она все сделает автоматически, как только заметит, что путь свободен и маневр можно осуществить.

Tesla не единственный автомобильный производитель, который внедряет искусственный интеллект в свои продукты. Такие гиганты

как Ford, Volkswagen, Volvo, Audi, BMW и проч. тоже не сидят на месте, но хотелось бы затронуть нашего отечественного производителя.

Так, наш отечественный КамАЗ, в 2015 году уже успел провести первое испытание полностью автоматизированного грузовика. Речь идет о радарх, лидаре (активный оптический сенсор), видеокамерах, системах связи и прочей бортовой электронике. Также для грузовика с автопилотом был разработан джойстик для дистанционного управления.

Не сидит на месте и АвтоВАЗ, так по словам Харольда Грюбелья, исполнительного вице-президента по инжинирингу компании, через 5-10 лет в автомобилях АвтоВАЗа может использоваться облегченная версия системы "автомобильного зрения" Vision ADAS, которая призвана облегчить жизнь водителя в пробках.

Но хотелось бы затронуть недавнее исследование аспирантов СПбГУСЭ и СПбГУАП. С их помощью была разработана система координации ТС под рабочим названием «Uni-G». Данная система представляет из себя комплекс устройств, которое следит за обстановкой на дороге, дорожным трафиком, климатическими и географическими условиями, а так же делает работу водителя и пассажиров более безопасной (рисунок 1)

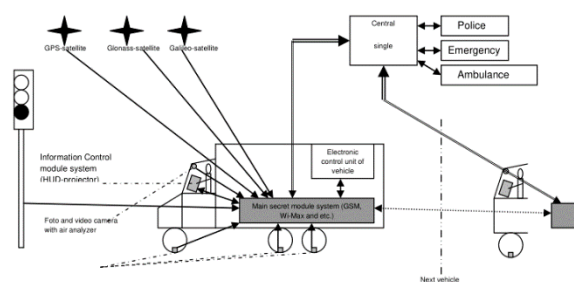


Рисунок 1 – Общий вид интеллектуальной транспортной системы

В основе системы лежат современные и опробованные технологии, такие как спутниковые системы навигации GPS/ГЛОНАСС, канал

Список литературы:

1. М.Р. Васюхин, А.А. Коричев, Л.Ю. Мелентьев. Современные и перспективные бортовые интеллектуальные транспортные системы [Электронный ресурс] / М.Р. Васюхин, А.А. Коричев, Л.Ю. Мелентьев // Интеллектуальные транспортные системы последний шаг на пути к автопилоту – 2015. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru>
2. А. Грамматчиков/Эксперт Авто [Электронный ресурс] / А. Грамматчиков //Машина на автопилоте – 2013. – Режим доступа: <http://expert.ru>

автодорожных сообщений, сети передачи информации через спутник и интернет.

Система может автоматически отслеживать ситуацию на дороге и соблюдать правила дорожного движения, имеет черный ящик и координирует движение в зависимости от условий на дороге, при необходимости повысить/понижить скорость.

Но не все так просто, не всегда можно полагаться на искусственные интеллектуальные системы, ничего не идеально и в любой момент может выйти из под контроля и привести к плачевным последствиям. К сожалению, мы находимся еще не на том уровне, когда можно было бы полностью автоматизировать весь процесс управления и поэтому всегда необходим водитель, который будет следить за обстановкой, но может же быть и такое, что водитель может ошибиться или по состоянию здоровья, допустим, потерять сознание. Поэтому считаю, что в таких системах необходимо добавить элементы, которые будут влиять не только на то, что происходит за пределами кабины водителя, но и внутри кабины. Так, например, можно на сидение и руль внедрить датчик измерения пульса, давления и общего состояния водителя. Чтобы автомобиль мог остановиться в тот момент, когда «понимает», что за ним никто не следит. Либо, для сильно уставших водителей, подавать сильный сигнал вибрации на руль, для пробуждения.

Так как система автопилота достаточно дорогостоящая, необходимо внедрить что-то, чем пользуется большинство из нас, к примеру - приложение на смартфон, которое могло бы оповещать неопытных водителей о нарушении правил или подсказывать, как действовать в той или иной ситуации. Считаю, что это очень полезно, например, при дальней поездке либо слишком массивном движении в городе.

УДК 629.113

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ДЛЯ КУЗОВА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ

В. В. Гриценко, студент,

В.А. Ксенофонтова, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail:gritzenko@mail.ru

Обратная задача упруго-пластической деформации автомобиля актуальна при проведении авто-технической экспертизы по определению скорости движения автомобиля до дорожно-транспортного происшествия (ДТП).

При постановке задачи кузов автомобиля разбивается на конечные элементы. При повреждении кузова узловые точки сетки конечных элементов перемещаются и величины этих перемещений можно измерить. В пределах каждого элемента перемещения представляются линейными функциями координат, с помощью которых затем вычисляются компоненты тензора деформаций (тензор Грина) и величина интенсивности деформаций.

Для расчета значений можно использовать несколько известных методов, которые зависят от вида деформируемого материала, температуры, степени и скорости деформации. Кроме того, на пластичность материала существенное влияние оказывают компоненты тензора напряженного состояния.

Для характеристики напряженного состояния используют несколько показателей: коэффициент мягкости схемы Я.Б. Фридмана, показатели С.И. Губкина, коэффициент жесткости М.А. Зайкова, критерий напряженного состояния Л.Д. Соколова, коэффициент жесткости Г.А. Смирнова-Аляева [1]. Далее с помощью функции пластичности Губкина С.И. [2] и найденным компонентам деформаций определяются напряжения, соответствующие конечному состоянию. По найденным величинам напряжений и деформаций в каждом элементе данного набора конечных элементов определяется энергия пластической деформации, накопленной в данном элементе.

Суммарная энергия пластической деформации определяется простым суммированием величин, определенных для каждого элемента.

Для любых случаев выражения энергии упругих деформаций всегда можно определить ее величину с помощью выражений:

$$W_{упр} = \frac{E\nu}{2(1+\nu)(1-2\nu)} \iiint_V [(\varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z)^2 + G(\varepsilon_x^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_z^2) + \frac{1}{2}G(\gamma_{xy}^2 + \gamma_{yz}^2 + \gamma_{zx}^2)] dv;$$

$$W_{упр} = \frac{1}{2E} \iiint_V [(\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)^2 + 2(1+\nu) \times (\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2 + \tau_{yz}^2 - \sigma_y\sigma_z - \sigma_z\sigma_x - \sigma_x\sigma_y)] dv;$$

$$W_{упр} = \frac{E\nu}{2(1+\nu)(1-2\nu)} \iiint_V \left\{ \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right)^2 + G \left[\left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial z} \right)^2 \right] + \frac{1}{2}G \left[\left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right)^2 \right] \right\} dv$$

где E, ν - упругие константы материала; $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$ - параметр Ляме; ε, γ - компоненты де-

формированного состояния; σ - компоненты напряжений; u, v, w - перемещение; $W_{упр}$ - энергия упругого деформирования.

Часть этой энергии, ушедшая в окружающую среду в виде тепла, определяется с помощью интеграла Дюамеля и суммируется с энергией, затраченной на упруго-пластическое деформирование конструкции автомобиля.

Наибольшую точность решения поставленных задач обеспечивает разработанный вариант конечно-элементного представления конструкции и методика вариационного подхода к определению энергетических критериев исследуемого процесса.

Список литературы:

1. Влияние условий деформирования на истощение запаса пластичности при горячей пластической деформации/ Кухарь В.В. – Вестник Приазовского государственного университета, 2009, Вып. 19, С. 133-138.
2. Губкин С.И. Пластическая деформация металлов. - М.: Металлургиздат, 1960. - 306 с.

УДК 629.113

АНАЛИЗ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ НА ОСНОВЕ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

В.А. Игнатова, студент,

В.А. Ксенофонтова, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: ignatova_vic@mail.ru

Процесс формирования безопасности дорожного движения представляется как многообразный и многофакторный. Основная проблема, влияющая на уровень безопасности дорожного движения (БДД), заключается во взаимодействии механических транспортных средств, их технического состояния, людей (водителей и пешеходов), элементов дорожных условий, окружающей среды.

Причины дорожно-транспортных происшествий (ДТП) в России [1]:

- из-за нарушения Правил дорожного движения (ПДД) водителями транспортных средств — 85 % (в том числе находившиеся в состоянии опьянения).

Из них:

- 25 % ДТП происходит из-за несоблюдения скоростного режима водителями на дорогах;
- 15 % ДТП происходит из-за нарушений правил проезда перекрёстка;
- 10 % ДТП занимает выезд на встречную полосу движения;
- из-за нарушения ПДД водителями транспортных средств в состоянии опьянения — 6 %;
- из-за нарушения ПДД пешеходами — 16 %;
- из-за неудовлетворительного состояния улиц и дорог — 21 %;
- из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств — 0,6 %.

Поэтому сложность процесса анализа причин возникновения ДТП заключается в полноте учета всех факторов, которые могут повлечь за собой возникновение ДТП.

Проанализировав причины возникновения ДТП, их можно разделить на четыре группы [1]:

1. Нарушение ПДД водителем;
2. Особенности психофизиологии водителя;
3. Неисправное техническое состояние транспортного средства;
4. Случайный фактор, непредвиденные обстоятельства, связанные с дорожной обстановкой.

Частные случаи возникновения момента опасности, которые могут повлечь за собой ДТП:

- на полосе движения транспортного средства (ТС) находятся неподвижные объекты;
- по полосе движения ТС идут пешеходы;

- по полосе движения ТС движется встречное или попутное ТС с меньшей или большей скоростью;

- пешеход появился из-за объекта (неподвижного или подвижного), ограничивающего обзор водителю ТС;

- пешеход возобновил движение после остановки на проезжей части;

- пешеход изменил темп и направление движения по полосе движения ТС;

- автомобиль появился из-за объекта (неподвижного или подвижного), ограничивающего обзор водителю ТС;

- автомобиль, водитель которого не имел преимущественного права на движение, выезжает на полосу движения ТС;

- водитель ТС начинает совершать необоснованный или опасный обгон другого ТС;

- ТС превышает скоростной режим движения;

- встречное ТС выезжает на встречную полосу движения с заносом;

- внезапное торможение движущегося впереди ТС;

- неправильный выбор дистанции за движущимся впереди ТС;

- водитель ТС находится под воздействием лекарственного препарата, вызывающего замедление реакции;

- водитель ТС находится под воздействием алкоголя, вызывающего неадекватное поведение на дороге;

- водитель ТС отвлекся на какой-либо фактор дорожной среды;

- водитель, разговаривающий по телефону в процессе движения ТС;

- водитель, заснувший за рулем ТС;

- водитель с малым водительским стажем, попавший в сложную дорожную ситуацию;

- ребенок, стоящий на проезжей части и собирающийся ее пересечь;

- группа детей, выбежавших на проезжую часть;

- дети, играющие возле проезжей части;

- лица престарелого возраста, или слепой пешеход, вышедший на проезжую часть;

- лица, выполняющие определенную работу на проезжей части и не обращающие внимание на движущиеся ТС;

- лицо, вышедшее на проезжую часть, по поведению которого видно, что оно не контролирует свои действия (шатается, падает);
- животные, выбежавшие на проезжую часть;
- неровности или разрушения проезжей части;
- появляется неисправность ТС, угрожающая безопасности движения:
- внезапный отказ фар;
- внезапное открытие капота или багажника ТС;
- внезапное ослепление водителя светом фар встречного ТС;
- внезапный отказ или неэффективность органов управления ТС;
- внезапная потеря продольной или поперечной устойчивости ТС (занос, скольжение и опрокидывание);
- физическое вмешательство пассажира в процесс управления ТС.
- неиспользование ремней безопасности;
- разговор с пассажирами;
- курение за рулём;
- еда за рулем;
- управление электронными устройствами (например радио, CD проигрывателем или GPS) во время движения;
- прослушивание музыки;
- внезапная смерть водителя.

Применение математических методов позволяет решить целый ряд задач в сфере обеспечения безопасности дорожного движения (ОБДД), в частности, разработать комплекс моделей прогнозирования ситуаций в области ОБДД, включая анализ достижимости целей, эффективности принятия управленческих решений; методологию решения задач мониторинга, анализа и моделирования ситуаций в области ОБДД; методику проведения комплексного анализа факторов и последствий до-

рожно-транспортной аварийности; методику проведения мониторинга основных показателей деятельности подразделений ГИБДД различного уровня; методику установления целевых значений показателей и индикаторов БДД; алгоритмы расчета эффективности программных мероприятий, направленных на повышение БДД; рекомендации по разработке системы мониторинга и анализа хода реализации программных мероприятий [2].

Учет всех возможных факторов, влияющих на возникновение ДТП, возможен при создании регрессионной модели, которая представляет собой итерационный процесс, направленный на поиск эффективных независимых переменных, моделирующих ДТП:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon, \quad (1)$$

где Y – зависимая переменная, описывающая процесс ДТП;

X – независимые переменные, используемые для моделирования и прогнозирования зависимой переменной;

β – коэффициенты регрессии;

ε – случайные ошибки.

Функциональные связи между аргументами, являются либо линейными, либо могут быть сведены к линейным. При этом следует иметь ввиду, что, если, многомерная случайная величина подчиняется нормальному закону, то уравнение регрессии имеет линейный вид. Обычно ставится задача оценки параметров в общем уравнении линейной регрессии по методу наименьших квадратов.

Таким образом, общий массив исходных данных (частных случаев возникновения опасности) образует выборку, которой достаточно для построения линейной многофакторной регрессионной модели.

Список литературы:

1. Суворов Ю.Б. Судебная дорожно-транспортная экспертиза. Судебно-экспертная оценка действий водителей и других лиц, ответственных за обеспечение безопасности дорожного движения, на участках ДТП: Учеб. Пособие. – М: Издательство «Экзамен», издательство «Право и закон», 2003 – 208 с.
2. Капитанов, В.Т. Применение математических методов для анализа аварийности в регионах: методическое пособие / В.Т. Капитанов, О.Ю. Монаева, А.Б. Чубуков. – М.: МАДИ, 2013. – 80 с.

УДК 629.113

СИСТЕМЫ НЕПОСРЕДСТВЕННОГО ВПРЫСКА БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Е.А.Казарин, студент

М.Н. Крипак, доцент, канд. техн. наук, научный руководитель.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: ghostrisen@mail.ru

Современные автомобили с бензиновыми ДВС в большинстве своем имеют инжекторную систему подачи топлива. В таких двигателях топливо под высоким давлением попадает во впускной коллектор или непосредственно в цилиндры через специальные форсунки, которые еще часто называют инжекторами, отсюда и название данной системы. Данная система начала активно развиваться начиная с 80-х годов прошлого столетия и заменила устаревшую, но всем хорошо известную, карбюраторную систему подачи топлива. Первый серийный двигатель с непосредственным впрыском был изготовлен еще Daimler-Benz DB 601 Messerschmitt Bf.109E. Впервые непосредственный впрыск топлива на автомобиле применялся в Mercedes W196, на котором знаменитый Фанхио выиграл сезоны Формулы-1 54 и 55 года.

Система непосредственного впрыска (Gasoline Direct Injection(GDI)) – инжекторная система подачи топлива, у которой форсунки расположены в головке блока цилиндров и впрыск происходит прямо в цилиндры. Появление первого двигателя с технологией GDI в 1995 году стало революцией, поскольку впервые экономия топлива реально совмещалась с сокращением вредных выбросов в атмосферу.

GDI - двигатели являются разработками автопроизводителя Mitsubishi, в чем японские инженеры добились больших высот. По утверждению Mitsubishi двигатели с прямым впрыском потребляют от 20% до 30% меньше топлива и на 20% меньше вредных выбросов CO₂, при этом на 10% мощнее традиционных двигателей. Так в 1992 году появился двигатель MVV(Mitsubishi Vertical Vortex). Он был сделан по технологии Lean Burn, и мог достигать обеднения смеси до 25 частей воздуха и 1 части топлива. В результате гарантировалось 13% экономия топлива при движении на скорости 40 км/ч. Это означало меньший выброс CO₂, который в наибольшей степени влияет на глобальное потепление.

Также активно вели работу в этом направлении немецкие автопроизводители. Концерн VAG на фоне успехов японских производителей

сконцентрировался на создании более технологичных двигателей. Впервые VAG применил прямой впрыск в 2001 году во время гонок в Ле Мане на 3,6 литровом двигателе V8.

Новая технология получила название FSI – Fuel stratified injection (послойный впрыск топлива). Послойный впрыск на части нагрузок стал определяющим фактором в достижении высоких характеристик. В этом режиме двигателю требуется, чтобы более богатая топливная смесь находилась непосредственно перед свечами зажигания для мгновенного воспламенения. Более бедная смесь располагается в удалении от свечи, ближе к верхней кромке поршня. Один из положительных аспектов данной технологии заключается в низких температурных потерях, поскольку облако топливной смеси изолировано воздушной прослойкой от стенок камеры сгорания и головки блока цилиндров (рис. 1).

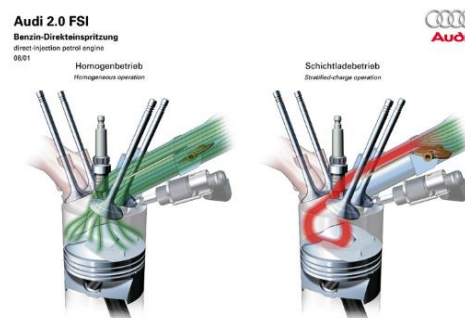


Рис. 1 – Система прямого впрыска Audi 2.0 FSI

Еще один немецкий автопроизводитель BMW также искал пути создания высоко технологичного двигателя, отвечающего требуемым нормам. Так баварский концерн на 2 года позже своих коллег из VAG применил систему непосредственного впрыска на флагманской модели 7й серии 760Li с двигателем N73. BMW выбрали технологию, предложенную компанией BOSCH Di – Motronic.

Она основана на использовании резервуара давления и рампы, где давление регулируется до 120 бар. По причине использования высокого

давления, топливо может впрыскиваться непосредственно в камеру сгорания через электромагнитные инжекторы.

В системах Di – Motronic используется три рабочих режима:

1. Многослойный впрыск, где Лямбда больше 1
2. Однородный впрыск, где Лямбда равна 1
3. Обогащенный однородный впрыск – Лямбда равна 0,8. (рис. 2).

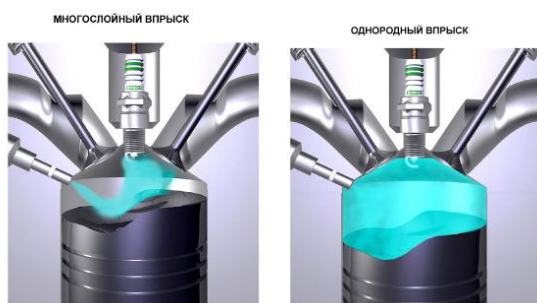


Рис. 2 – Система прямого впрыска Di-Motronic

Двигатель N73 с прямым впрыском по технологии Di - Motronic полностью соответствует стандартам Евро 4 в Европе. Среднее потребление топлива 13,4 л/100 км.

Еще одно интересное решение предложила в своих двигателях в 2000 году шведская компания Saab. Технология получила название SCC – Saab Combustion Control. Она состоит из трех главных компонентов:

1. Система прямого впрыска бензина
2. Изменяемое управление клапанами
3. Изменяемый зазор свечи

Отличительной особенностью системы является интеграция свечи зажигания и инжектора в один модуль (SPI). В этой системе использу-

ется особый вид распредвала с кулачками разного размера, что позволяет менять время открытия и закрытия клапанов индивидуально. Это позволяет выхлопному газу смешиваться с воздухом в камере сгорания, одновременно использовать преимущества двигателя с прямым впрыском и использования стехиометрической смеси для всех нагрузок двигателя.

Первой компанией, предложившей технологию прямого впрыска в Европе стал Renault. Данная компания решила развивать технологию рециркуляции отработавших газов, вместо того, чтобы концентрироваться на обедненной смеси. В зависимости от нагрузок, в двигателях Renault IDE есть три настройки уровня рециркуляции. При максимальной нагрузке подача газов вообще отключается. Поэтому на больших нагрузках двигателя IDE не экономят топливо, как японские GDI. Однако тестирование в европейских исследовательских центрах подтвердило среднюю общую экономию топлива на уровне 16%. Так же как и в Mitsubishi, во французских двигателях использовался предварительный впрыск для охлаждения камеры сгорания и следовательно сокращения детонации, позволяя более высокую компрессию. Еще одной отличительной чертой французских IDE является высокий уровень мощности по отношению к оборотистости.

Бензиновые двигатели с непосредственным впрыском являются более экономичными, отвечают более высоким экологическим стандартам, однако они более требовательны к качеству топлива.

Данное направление в двигателестроении является приоритетным, ввиду ужесточения норм экологических стандартов, а также высокой конкуренции мировых автопроизводителей.

Список литературы:

1. Все о прямом впрыске [Электронный ресурс] / Все о прямом впрыске топлива – 2015. – Режим доступа: <http://www.gdi.su>
2. 5колесо . Авто парк [Электронный ресурс] / 5колесо. Авто парк – 2013. – Режим доступа: <http://5koleso.ru>

УДК 621.43.038

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ДАВЛЕНИЯ ТОПЛИВА В СИСТЕМАХ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ОБЩЕЙ ТОПЛИВНОЙ МАГИСТРАЛЬЮ

А.А. Пузан, студент,

С.В. Огрызков, старший преподаватель, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г.Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: puzanaleks@bk.ru, ogrizkov@sevsu.ru

Современные системы питания дизельных двигателей с микропроцессорными системами питания с общей магистралью (рисунок 1) по сравнению с механическими системами отличаются простотой конструкции, возможностью обеспечивать более точное дозирование топлива и впрыскивать несколько порций топлива в течение одного рабочего цикла (для снижения жесткости работы, выжигания сажи в сажевом фильтре) [1].

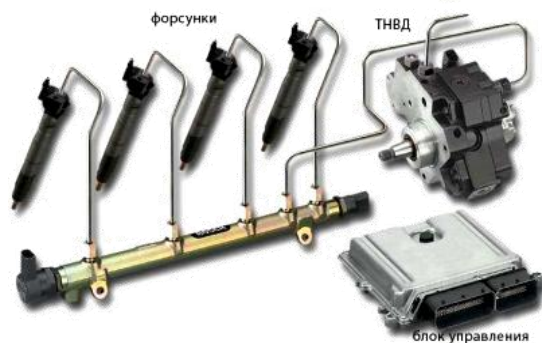


Рисунок 1 – Устройство системы питания дизельного двигателя с общей магистралью

Общая магистраль является гидравлическим аккумулятором, давление в котором создается топливным насосом высокого давления и поддерживается системой управления на постоянном уровне. Это давление не зависит от оборотов коленчатого вала и нагрузки на двигатель.

В подобных системах наблюдается пульсация давления в аккумуляторе давления. Сжимаемость топлива и упругость стенок топливной аппаратуры под воздействием высокого давления, оказывают существенное влияние на процесс топливоподачи пульсациями, обусловленными падением давления

топлива в гидравлическом аккумуляторе в процессе впрыска топлива, и его повышения от нагнетания плунжерами топливного насоса. Давление топлива – основной параметр для расчета продолжительности впрыска, и его колебания приводят к погрешностям в определении действительной цикловой подачи, что в свою очередь является причиной неравномерной работы двигателя [2].

Для исследования процессов в гидравлическом аккумуляторе была разработана 3D модель в системе Аскон КОМПАС-3D и было произведено моделирование деформаций (рисунок 2).

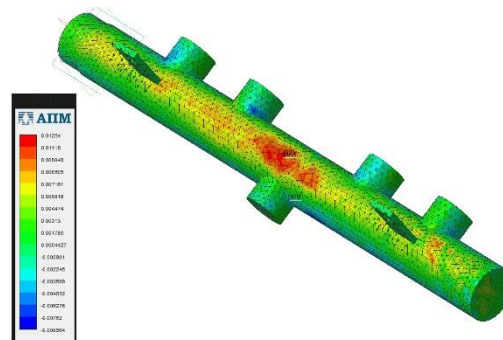


Рисунок 2 – Моделирование деформаций в топливной магистрали

Дальнейшие исследования будут направлены на составление математической модели колебаний дизельного топлива в гидравлическом аккумуляторе и моделирование работы системы впрыска и исследовании влияния давления топлива и конструкции рампы на неравномерность подачи топлива.

Список литературы:

1. Дентон Т. Автомобильная электроника / Т. Дентон; пер. с англ. В. М. Александрова. – М.:ИТ Пресс, 2008. – 576 с. : ил.
2. Гребенников С.А. Снижение неравномерности работы дизельных двигателей / С.А. Гребенников // Вестник СГТУ. – 2013. – №2 (71). Выпуск 2. – С. 73 – 77.

УДК 656.13

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

С.М. Шапорева, студентка,

М.Н. Крипак, доц., канд. техн. наук, научный руководитель
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: shaporeva.sveta@mail.ru

С увеличением численности транспортных средств усложняются условия дорожного движения в городах Российской Федерации. Что сопровождается возникновением транспортных заторов, снижением скорости сообщения, ростом задержек транспортных средств. Поэтому развитие организации дорожного движения является одной из важнейших задач эффективного развития автомобильного транспорта, для обеспечения его работоспособности и дорожной безопасности.

Качество дорожного движения можно определить следующими факторами:

- качество поездки – степень удовлетворенности участников дорожного движения условиями движения и объектами транспортной инфраструктуры;
- количество поездок – частота использования транспортной инфраструктуры или сервиса;
- доступность – легкость выполнения запланированной поездки;
- использование пропускной способности – отношение интенсивности к пропускной способности.

Для характеристики транспортных потоков используются следующие основные показатели:

- интенсивность движения,
- временной интервал,
- плотность движения,
- скорость.

Основные зависимости для определения условий движения:

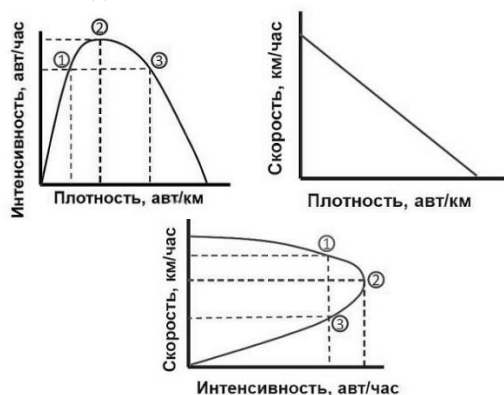


Рисунок 1 – Зависимости условий движения

Рассмотрим, в качестве метода оценки условий движения транспортных потоков, двухжидкостную модель Германа–Пригожина. Модель строится на следующих предположениях:

- средняя скорость движения по улично-дорожной сети (УДС) пропорциональна доле транспортных средств, находящихся в движении;
- время задержки транспортного средства, двигающегося по УДС, пропорционально количеству остановившихся в данный момент транспортных средств.

В соответствии с приведенными выше положениями транспортный поток УДС в любой момент времени состоит из двух частей: f_r – двигающихся транспортных средств; f_s – стоящих транспортных средств (очереди на подходах к перекресткам, транспортные заторы). При этом соблюдается условие $f_r + f_s = 1$, а сама доля стоящих транспортных средств f_s определяется отношением (1).

$$f_s = 1/T_s \quad (1)$$

где T_s – удельное время простоя, мин/км.

Средние удельные затраты времени (или темп движения) T , мин/км являются суммой среднего удельного времени движения T_r , мин/км и удельного времени задержек T_s , мин/км (2)

$$T = T_r + T_s \quad (2)$$

Средняя скорость двигающихся транспортных средств V_r определяется как (3)

$$V_r = V_m f_r^n \quad (3)$$

где V_m – средняя максимальная скорость движения на УДС или на рассматриваемом ее участке; n – показатель, характеризующий качество функционирования УДС или ее рассматриваемого участка.

С учетом простоев средняя скорость движения по УДС или ее рассматриваемому участку V вычисляется по формуле:

$$V = V_m f_r^{n+1} = V_m (1 - f_s)^{n+1} \quad (4)$$

при этом граничные условия модели (4): если $f_s = 0$, то $V = V_m$; если $f_s = 1$, то $V = 0$

Поскольку среднее удельное время поездки, темп движения $T = 1/V$, а среднее удельное время в движении $T_r = 1/V_r$, то в соответствии с выражением (4) получаем важнейшие уравнения двухжидкостной модели, описывающие T_r и T_s (5;6)

$$T_r = T_m^{\frac{1}{1+n}} T^{\frac{n}{n+1}} \quad (5)$$

$$T_s = T - T_m^{\frac{1}{1+n}} T^{\frac{n}{n+1}} \quad (6)$$

Таким образом, для расчетов удельных затрат времени при движении на любой УДС необходимо иметь значения ее параметров T_m и n .

Параметр T_m характеризует минимальные удельные затраты времени на движение в свободных условиях.

Параметр n отражает влияние уровня загрузки на снижение скорости движения транспортных потоков.

Для определения параметров T_m и n используют логарифмическое преобразование выражения (5).

$$\ln T_r = \frac{1}{n+1} \ln T_m + \frac{n}{n+1} \ln T \quad (7)$$

Которое с целью использования линейной регрессии $y=a+bx$ преобразуют в следующую формулу (8).

$$\ln T_r = \ln T_m + n(\ln T - \ln T_r) \quad (8)$$

В соответствии с (8) $\ln T_m$ является свободным членом простой линейной регрессии, а параметр n – ее коэффициентом.

В целом, параметры T_m и n устанавливались для целой УДС города или для большого ее участка. Выполняемые ранее исследования показали, что параметр n изменяется в диапазоне от 0,8 до 3,0, при этом меньшие значения параметра указывают на лучшее функционирование УДС или рассматриваемого участка.

Таким образом, модель Германа–Пригожина позволяет:

- разработать оценочную шкалу условий движения на основе показателя темп движения T , для чего необходимо охватить обследованиями максимально широкий диапазон условий дорожного движения;
- оценить параметры T_m и n для разных классов улиц, характеризующихся количеством полос движения, линейной плотностью размещения светофорных объектов, пешеходных переходов, примыканий, остановочных пунктов.

Список литературы:

1. Румянцев Е. А. Совершенствование методов оценки качества организации дорожного движения с использованием автомобильных навигационных систем: - Иркутск, 2013. - 148 с.
2. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения. Справочник /Пер. с англ.; У. Рэнкин, П. Клафи, С. Халберт и др. - М.: Транспорт, 1981. - 592 с.
3. Блинкин М.Я., Ткаченко Б.А. Системная оценка условий движения на базе модели Хермана-Пригожина //Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния, Екатеринбург: издательство АБМ, 2009 – С. .135 – 143.

Исследуемым участком в городе Севастополе является перекресток Вакуленчука-Руднева-Меньшикова.



Рисунок 2 — Перекресток Вакуленчука-Руднева-Меньшикова

Причины возникновения заторов:

- неравномерное движение транспортных средств в течении суток;
- малая пропускная способность примыкающих полос движения (от участка ул. Вакуленчука до проспекта Октябрьской Революции);
- пешеходы и неоптимальный светофорный цикл пешеходных переходов, расположение в непосредственной близости регулируемых пешеходных переходов от нерегулируемых;
- недостаточная организация дорожного движения, а именно: отсутствие надлежащих мест (карманов) для остановки маршрутных транспортных средств, расширение/сужение проезжих частей, отсутствие внятной разметки.

Для решения данной задачи необходимо рациональное размещение пешеходных переходов, строительство надземного/подземного перехода. Наладка пересечения транспортных потоков с применением светофорного регулирования, расширением проезжей части и выделением мест для остановки маршрутных транспортных средств.

УДК 656.138

КВАЛИМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ НА СТАНЦИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

С.К. Матевосян, магистрант,

Ю.О. Скрипниченко, магистрант,

А.Н. Бакулина, доц., канд. техн. наук, заведующая кафедрой «Техническая экспертиза и управление качеством»,

П.К. Сопин, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г.Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: matevosjan_sergeyy@rambler.ru

Государство регулирует деятельность станций технического обслуживания (СТО) посредством разработки законов и нормативных документов, описывающих правила и стандарты предоставления услуг автосервисов. В то же время они не дают четкого понятия качества работ автосервиса, не позволяют выделить параметры, по которым можно было бы оценить организацию работ на конкретном СТО. Это вызвано тем, что не существует единой структурированной системы, которая позволила бы определить качественные показатели работы и предоставления услуг автосервиса. Данная система показателей могла бы быть полезна как потребителю услуг, так и руководителям автосервисов, как на начальном этапе разработки, так и при реорганизации станции.

Разработав такую систему показателей можно производить экспертную оценку станций, определяя количественный уровень качества обслуживания и организации работ. Средством для этого могут служить методы квалиметрической оценки. Для проведения такой оценки можно воспользоваться классификацией показателей качества работы станции автосервиса включающей в себя 5 комплексных показателей качества:

1. Персонал
2. Потребитель
3. Обеспечение
4. Окружающая среда

5. Процедуры

Каждый из 5 комплексных показателей разбит ещё на несколько групповых, и они в свою очередь на ряд единичных параметров, поэтому данная классификация охватывает достаточно широкий спектр возможных событий и факторов работы станции, вследствие чего ее можно назвать универсальной, а используя можно добиться масштабного и всестороннего оценивания [1].

Для проведения квалиметрической оценки требуется определить важность каждого единичного параметра Q_i , для этого экспертами проводится его изучение и сравнение с остальными с присвоением каждому определенного ранга. Результатом этого становится определение коэффициента весомости g_i каждого показателя

$$g_i = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{i,j}}{\sum_{i=1, j=1}^{n,m} Q_{i,j}} \quad (1)$$

В таблице 1 приведено ранжирование единичных параметров на примере показателей качества относящихся к процедурам:

Таблица 1 – Ранжирование единичных показателей качества относящихся к процедурам

Эксперт	Наличие оригинальных расходных материалов	Время работы	Наличие спец. инструмента	Наличие запчастей на складе	Наличие подходящего диагностического оборудования	Отсутствие ошибок	Пожелание клиента	Сумма
1	1	3	7	2	6	5	4	28
2	1	2	7	3	6	5	4	28
3	1	2	6	3	7	5	4	28
4	1	2	7	3	6	5	4	28
5	1	2	7	3	6	5	4	28
Сумма	5	11	34	14	31	25	20	140
g_i	0,036	0,079	0,243	0,100	0,221	0,179	0,143	

Следующим этапом является изучение работы конкретной станции технического обслуживания. Каждый единичный показатель качества изучается отдельно по фактическим данным предоставляемым руководством СТО, либо посредством проведения экспертизы и исследования. Полученные данные фиксируются, производится анализ и каждым экспертом выставляется оценка от 1 до 5 по всем отдельным единичным показателям. Определяется средний балл по каждому показателю, по которому уже можно судить о качестве организации работ или предоставления услуг в пределах данного параметра. Конечным этапом

будет являться определение комплексного показателя качества K по формуле [2]:

$$K = Q_{c.p.v.} = \sum_{i=1}^n g_i Q_i \quad (2)$$

Результат оценивания экспертами единичных показателей качества работы автосервиса представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Результат оценивания экспертами единичных показателей качества работы автосервиса

Эксперт	Наличие оригинальных расходных материалов	Время работы	Наличие спец. Инструмента	Наличие запчастей на складе	Наличие подходящего диагностического оборудования	Отсутствие ошибок	Пожелание клиента	Сумма
1	5	3	4	4	5	5	4	30
2	5	4	4	4	5	4	4	30
3	5	4	4	4	5	5	4	31
4	5	4	4	4	5	5	4	31
5	5	3	4	4	5	5	4	30
Средний балл $Q_{c.p.v.}$	5	3,6	4	4	5	4,8	4	

В результате расчета комплексного показателя качества по формуле (2) получено значение: $K = 4,37$.

Аналогичным образом проводится анализ уровня качества по всем остальным показателям и делается общий вывод по качеству работы станции технического обслуживания. Исходя из полученных результатов, руководитель получает объек-

тивную оценку работы своего предприятия, получает данные о сильных и слабых сторонах организации работ и предоставлении услуг такого уровня качества, который непосредственным образом влияет на развитие предприятия и успех его автостанции. Поэтому данная информация очень важна как для руководства, так и для всего персонала СТО, если он ставит перед собой цель постоянного совершенствования и стремления к оказанию услуг действительно высокого качества.

Список литературы:

1. Бакулина А.Н., Матевосян С.К., Скрипниченко Ю.О. Определение показателей качества работы станций технического обслуживания // Управление качеством в образовании и промышленности: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции (17 – 19 мая 2017 г., г. Севастополь), 2017. – С. 143-151.
2. Оценивание уровня качества продукции (услуги или процесса): Методические указания к выполнению контрольной работы / Разраб. Бакулина А.Н.: 2016. – 23 с.

УДК 62-354

ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ ПОДВЕСКА

П.П.Собченко, студент,

А.А. Харченко, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: sobchenkopetr@ru

Пневматическая подвеска автомобиля – это разновидность подвески, при помощи которой имеется возможность регулировки клиренса (высоты кузова относительно дорожного полотна).

Основным предназначением пневмоподвески является обеспечение более высокого уровня безопасности и комфорта при вождении.

Для всех пневматических систем автомобилей характерно наличие питающей аппаратуры и тормозной системы.

Можно выделить три основных типа пневмоподвески: одно-, двух- и четырехконтурная.

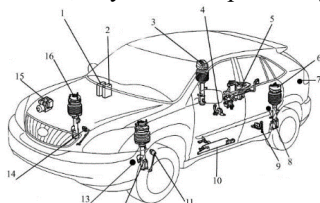


Рисунок 1 – Устройство пневмо-подвески

Упругие пневмоэлементы являются исполнительными механизмами подвески, в задачи которых входит регулировка и поддержание клиренса. Регулировка может осуществляться как в ручном, так и в автоматическом режиме. Изменение высоты кузова относительно дороги осуществляется за счет изменения давления воздуха в пневмоэлементах.

Пневмоэлемент может иметь разные исполнения: самостоятельный узел или совмещенный с амортизатором. Во втором случае упругий пневмоэлемент наиболее часто называется пневматической амортизаторной стойкой. Пневматические стойки могут быть установлены практически на любой тип подвески. Конструктивно пневмоэлемент состоит из корпуса, штока с поршнем и манжеты.

Компрессор предназначен для подачи сжатого воздуха в ресивер и далее в исполнительные механизмы. Стоит отметить, что компрессор

является основным конструктивным элементом подвески, так как без сжатого воздуха работа пневмоподвески просто невозможна.

Воздушный ресивер предназначен для осуществления регулировок клиренса в малых пределах без участия компрессора. Также за счет ресивера достигается быстрая и адекватная работа адаптивных подвесок. Воздушные магистрали соединяют все элементы пневматической подвески в единую пневмосистему. Электронные датчики позволяют отслеживать такие параметры, как положение кузова относительно дороги, наклон кузова, ускорение автомобиля и прочие параметры. Блок управления предназначен для обработки сигналов датчиков и осуществления автоматической или ручной регулировки подвески.

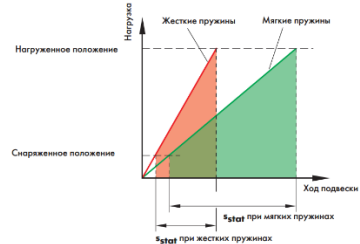


Рисунок 2 – Графическое изображение хода пружинной подвески

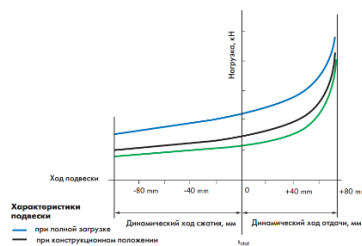


Рисунок 3 - Параметры пневматических упругих элементов.

Список литературы:

1. Российская Федерация. Программа самообучения 275// Пневматическая подвеска с регулируемыми амортизаторами/ Устройство и принцип действия, 2012.-67 с. [Электронный ресурс]. URL: http://vwts.ru/suspension/ph/ph_pnevmo_rus.pdf

УДК 519.876

ВЛИЯНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ R/S НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДВС

О.Ю. Билько, студент,

П.К. Сопин, доц., канд. техн. наук, научный руководитель,

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г.Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: ojbilko@mail.ru

Рост автомобильного парка и потребления жидких топлив нефтяного происхождения (бензина и дизельного топлива) и ухудшению экологической обстановки, привели производителей автомобилей к необходимости увеличения эффективности мало-литражных двигателей. Одним из перспективных способов снижения затрат на топливо и токсичности двигателей внутреннего сгорания (ДВС) является повышение КПД двигателя за счет правильного подбора соотношения длины шатуна к радиусу кривошипа (так называемое соотношения R/S) (рисунок 1).

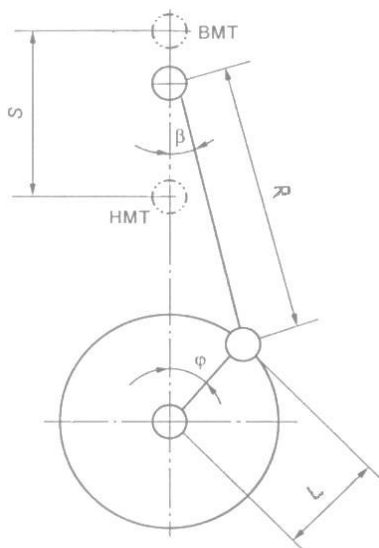


Рисунок 1 - Схема кривошипно-шатунного механизма: φ - угол поворота коленчатого вала; β - угол отклонения оси шатуна от оси цилиндра S-ход поршня; L-радиус кривошипа; R-длина шатуна

Исследования проводились с помощью мощностного стенда Bosch FLA 203, была получена внешне скоростная характеристика (BCX) двигателя MeM3 307 устанавливаемого на автомобиле DAEWOO SENS и ТАВРИЯ. Максимальная мощность составила 70 л.с. при 5800 мин⁻¹, а максимальный крутящий момент 110 Н·м при 3300 мин⁻¹, при длине шатуна в 120 мм и ходе поршня 73.5 мм показатель R/S равен 1.63, что обеспечивает двигателю высокую эффективность работы на малых и средних оборотах, но увеличивает нагрузку на стенки цилиндра как результат, более быстрый износ стенок блока цилиндра, колец, и ухудшений условий смазки.

Была проведена замена шатуна на шатун длиной 126 мм и поршня высотой 41 мм, что бы компенсировать увеличение длины шатуна и получен показатель R/S равный 1.71 Произведен замер мощности. Максимальная мощность составила 81 л.с. при 5700 мин⁻¹, а максимальный крутящий момент 128 Н·м при 3600 мин⁻¹. Увеличение значения отношения R/S обеспечило более полное сгорание воздушно топливной смеси и уменьшение трения поршня о стенки цилиндра, что привело к повышению мощности двигателя на 15 % без существенных изменений конструкции двигателя.

Список литературы:

1. Стуканов В. А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля: учеб. / В. А. Стуканов – М. : Форум : Инфра - М, 2004. - 367 с. : ил.

УДК 629.113

ВЫБОР ЗНАЧЕНИЙ ЖЕСТКОСТИ РАМЫ КАРТА ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОХОЖДЕНИЯ ГОНОЧНОЙ ТРАССЫ «CrimeaGP»

О.М. Душевин, студент,

Е.В. Яковенко, старший преподаватель, научный руководитель,

Л.И. Соустова, старший преподаватель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г.Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: lada.1@mail.ru

В настоящее время проблема настройки шасси карта усугубляется практически полным отсутствием литературы по теории управляемости карта и выбора оптимальных значений настроечных параметров.

Ввиду сложности пространственной конструкции рамы карта, ее теоретическое исследование представляется достаточно сложной задачей. Поэтому были проведены лабораторные исследования жесткости рамы карта и определено влияние устанавливаемых на нее элементов жесткости и навесного оборудования.

Жесткость рамы выступает в качестве передаточного механизма между вертикальными перемещениями колес, возникающими в результате кинематического взаимодействия деталей карта при повороте рулевого колеса, и вертикальным перемещением заднего колеса. Кроме того, регулировочные параметры карта имеют ограничения по их изменению (углы наклона имеют пределы для регулировки, определяемые конструкцией эксцентриков, длина цапфы также имеет свои пределы изменения, как и длина заднего вала). Поэтому в случаях, когда изменений в регулировочных параметрах недостаточно для достижения поставленных целей, следует рассматривать возможность изменения жесткости рамы.

Конструкция большинства картов предусматривает возможность регулировки жесткости рамы путем установки специальных съемных перемычек на раме карта – стабилизаторов жесткости рамы либо хомутов жесткости. Пилоту и его механику необходимо знать жесткость рамы своего карта и, самое главное, иметь количественные показатели изменения жесткости при установке или снятии стабилизаторов и способа крепления узлов карта к раме.

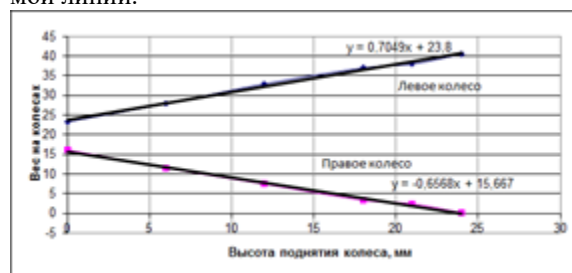
Исследования проводились по методике, в основу которой положено измерение перераспределения веса карта при подъеме одного переднего колеса (правого и левого отдельно) относительно плоскости остальных колес карта и оценке влияния жесткости рамы на такое перераспределение.

Проведенные эксперименты и аппроксимация полученных экспериментальных данных при помощи уравнения прямой:

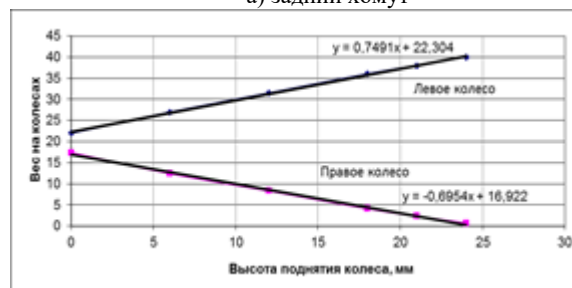
$$y = kx + b \quad (1)$$

подтвердили предположение о линейном характере жесткости рамы карта при ее закручивании.

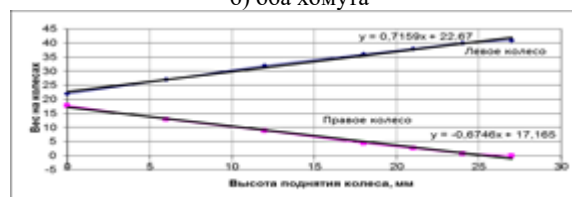
Для оценки влияния хомутов жесткости определены изменения характеристик при их установке на раму карта. Исследование проводилось на раме карта АКУ-83. Экспериментальные данные выравнивались их аппроксимацией по уравнению прямой линии.



а) задний хомут



б) оба хомута



в) передний хомут

Рисунок 1 – Зависимость перераспределения веса на передних колесах карта от высоты поднятия левого колеса при установке хомутов жесткости

Как видно из графиков на рисунке 1, коэффициенты выравнивающих прямых отличаются от аналогичных при установке хомутов жесткости. В полученных уравнениях значения k и являются тангенсами угла наклона кривых и количественно характеризуют жесткость рамы. Наибольшую жесткость имеет рама карта при установке обоих хомутов.

Выбор необходимых значений жесткости рамы карта определяется состоянием конкретной трассы. Чем ровнее трасса и чем более высокие скорости на ней могут развиваться, тем жестче первоначальные установки рамы.

Картинговые трассы характеризуются переменными радиусами поворотов, поэтому в качестве целевой функции при определении рациональной жесткости рамы предлагается использовать работу пробуксовки заднего внутреннего колеса карта в повороте, рассчитанную для каждого участка трассы. Жесткость рамы карта, позволяющая потратить наименьшее количество энергии на пробуксовку можно считать оптимальной для данной трассы. Учитывая, что в силу конструктивных особенностей картов, жесткость рамы карта регулируется дискретно (хомутами), то на практике зачастую невозможно точно реализовать оптимальные значения.

Суммарная работа пробуксовки внутреннего заднего колеса карта в поворотах всей трассы может быть представлена:

$$A = \sum_{i=1}^n \int_{S_i}^{S_{i+1}} P_{B.3} \cdot dS = \sum P_{B.3i} \cdot S_i, \quad (2)$$

где S_i – длина кривой i – го участка трассы.

Выбор рациональных настроек жесткости рамы карта АКУ-83 проводился для траектории гоночной трассы «CrimeaGP» (рисунок 2). Жесткость рамы изменялась за счет установки переднего и заднего хомутов.

Для всех криволинейных участков трассы были построены идеальные траектории прохождения поворотов и их протяженность, определены углы поворота внутреннего и наружного передних колес, соответствующие этим траекториям, рассчитано абсолютное значение разгрузки заднего внутреннего колеса и работа пробуксовки.

Условно, угол поворота колеса принимался постоянным на протяжении всего криволинейного участка.

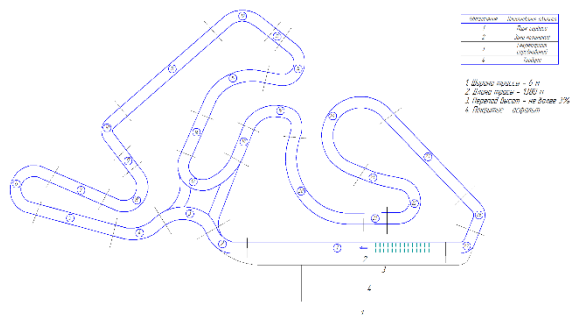


Рисунок 2 – Схема гоночной трассы «CrimeaGP»

По результатам расчетов для данной трассы наименьшую работу пробуксовки карт производит при установке заднего хомута. Поэтому для трассы «CrimeaGP» наиболее рациональным является установка заднего хомута, позволяющего сохранить контроль сцепления на всех участках.

Предлагаемая методика выбора значений жесткости рамы карта позволяет учитывать особенности гоночных трасс, несимметричность конструкции рамы, значительно сокращая поиск оптимальных параметров в условиях каждой гонки. Результаты выбора оптимальной жесткости рам могут использоваться при сравнительной оценки жесткости рам разных картов. Это могут быть карты разных производителей, а также рамы картов одного производителя, но имеющие разный "возраст".

Список литературы:

1. Рихтер Т. Картинг/ Пер. с польского Д.И. Юренкова. – М.: Машиностроение, 1988. – 400 с.: ил.
2. Тодоров М.Р. Картинг. – М.: ДОСААФ, 1979. – 112 с.: ил.
3. Франчук Д.Н. Управляемость карта: теория и практика. – К.: ООО «Иван Федоров», 2007. – 320 с.: ил.

УДК 62 – 1/ - 9

УСТРАНЕНИЕ ЗАВИХРЕНИЙ ВО ВПУСКНОМ КОЛЕКТОРЕ АВТОМОБИЛЯ

Н.И. Коваленко, студент,

П.К. Сопин, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: lipton-man3231@rambler.ru

Основное назначение впускного коллектора заключается в том, чтобы обеспечить равномерное распределение воздуха или рабочей смеси, между цилиндрами. От этого на прямую зависит эффективность двигателя. Чем больше мощность двигателя и выше максимальные обороты, тем большее количество рабочей смеси (воздуха) проходит через впускной коллектор и тем больше его влияние на параметры двигателя.

Когда двигатель работает на высоких оборотах с полностью открытой дроссельной заслонкой, скорость воздуха во впускном коллекторе приближается к (а в спортивных автомобилях заметно превышает) скорости звука. На таких скоростях любой поворот и самый незначительный литейный прилив является серьёзным препятствием, которое многократно увеличивает сопротивление впускного коллектора воздушному потоку. В результате в цилиндр поступает меньше воздуха, от чего мощность двигателя может не соответствовать расчетным параметрам. В таком режиме карбюратор/инжектор нередко выдает обедненную смесь, скорость горения которой кардинально отличается от нормальной скорости. Поэтому топливовоздушная смесь детонирует, что приводит к повреждению клапанов, поршней и других элементов мотора.

Технический процесс отливки, допускает наличие в коллекторе не обработанных приливов, неровностей и получение шероховатых поверхностей. Воздух или рабочая смесь, проходя внутри такого канала, образует завихрения, которые затем препятствуют нормальному ходу горячей смеси. На серийном двигателе при обычной эксплуатации этот эффект не столь заметен. Но при средних и высоких оборотах – такие потери оказывают существенное влияние на мощностную характеристику двигателя. Если отполировать коллектор до шероховатости меньше, чем $Ra=0,002$ мкм, то горячая смесь начнет конденсироваться на стенках коллектора, и эта операция не улучшит работу двигателя. В среднем шероховатость внутренней поверхности впускного коллектора автомобиля выпущенного с конвейера равна $Ra=0,01$ мкм.

Список литературы:

1. Драганов Ю.Х., Лапшин Ю. С., Пирнач А.И. Определение скорости воздушного потока во впускном канале поршневых двигателей с помощью ЭЦВМ // Науч. Тр. УСХА. – 1985. – Вып. 110.

Не менее важную роль имеют места стыков впускного коллектора и головки блоков цилиндра (ГБЦ). В таких местах, как правило, получается ступенька. В следствии этого так же возникают дополнительные завихрения воздуха и турбулентность. Следовательно, отверстия впускного коллектора должны соответствовать отверстиям ГБЦ.

Для эксперимента был выбран автомобиль ЗАЗ – 1103 Славута, с силовым агрегатом МЕМЗ-3071. Замер мощностных характеристик авто производился до шлифовки впускного коллектора и ГБЦ, и после. Производился он на мощностном стенде Bosch FLA 202 с модернизированным ПО. До обработки внутренней поверхности впускного коллектора его шероховатость составляла $Ra=0,02$ мкм, так же были перепады между отверстием впускного коллектора и ГБЦ. После снятия ВСХ на мощностном стенде, получили следующие данные – max мощность – 67 л.с при 5800 об/мин и max крутящий момент – 105 Нм при 3500 об/мин.

После шлифовки внутренней поверхности впускного коллектора (шероховатость составила $Ra=0,004$ мкм), совмещения отверстий головки блоков цилиндра и впускного коллектора, повторно провели снятие ВСХ на мощностном стенде. В Результаты эксперимента получили следующие характеристики – мощность увеличилась до 74 л.с. при 5710 об/мин, а момент поднялся до 125 Нм. при 4055 об/мин.

Контроль шероховатости поверхностей осуществлялся сравнением обрабатываемых поверхностей с образцами шероховатости поверхностей, контактным методом с помощью щуповых приборов.

Таким образом, можно сделать вывод, что шлифовка впускного коллектора, а так же устранение дефектов на стыках коллектора и ГБЦ, повышает мощностные характеристики автомобиля, это видно из эксперимента. Процедура не требует значительных затрат и специального инструмента. Для обработки поверхности впускного коллектора понадобится шлифовальная машина с набором шарошек разной шероховатости.

УДК 629.113

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ АВТОМОБИЛЯ

Р.А. Паршиков, студент

М.Н. Крипак, доцент, канд. техн. наук, научный руководитель.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: roman2211955@gmail.com

Современные автомобили оснащены различными системами, помогающими водителю управлять транспортным средством, а также повышающими безопасность. В частности, автоматическая система экстренного торможения оценивается в рейтингах европейской программы оценки безопасности новых автомобилей Euro NCAP. С 2016 года новые транспортные средства должны оснащаться системой предотвращения столкновения с пешеходом, если автопроизводитель стремится получить высшую оценку в 5 звезд. В связи с изменениями в нормативах испытаний и благодаря постоянному снижению стоимости, все больше современных легковых автомобилей оборудуются датчиками, которые отслеживают параметры окружающего пространства.

Различают два вида систем экстренного торможения - помощи при экстренном торможении и автоматического экстренного торможения. Система помощи при экстренном торможении позволяет реализовать максимальное тормозное давление при нажатии водителем на педаль тормоза, т.е. система дотормаживает за него. Система автоматического экстренного торможения создает частичное или максимальное тормозное давление без участия водителя, т.е. автоматически.

Конструкции систем помощи при экстренном торможении можно разделить на два типа по принципу создания максимального тормозного давления: пневматические и гидравлические.

Системы помощи при экстренном торможении пневматического типа обеспечивают эффективную работу вакуумного усилителя тормозов. К ним относятся системы:

- **BA** (Brake Assist), **BAS** (Brake Assist System), **EBA** (Emergency Brake Assist) на автомобилях Mercedes-Benz, BMW, Toyota, Volvo и др.;
- **AFU** на автомобилях Renault, Peugeot, Citroen.

Конструктивно данные системы объединяют датчик скорости перемещения штока вакуумного усилителя, электронный блок управления и электромагнитный привод штока.

Система помощи при экстренном торможении пневматического типа устанавливается, как правило, на автомобили, оборудованные системой ABS.



Рисунок 1 – Вакуумный усилитель тормозов

Принцип работы данной системы основан на распознавании ситуации экстренного торможения по скорости нажатия педали тормоза. Скорость нажатия на педаль тормоза фиксирует датчик скорости перемещения штока вакуумного усилителя и передает сигнал в электронный блок управления. Если величина сигнала превышает установленное значение, электронный блок управления активирует электромагнит привода штока. Вакуумный усилитель тормозов дожимает педаль тормоза. Экстренное торможение происходит до срабатывания системы ABS.

Системы помощи при экстренном торможении гидравлического типа обеспечивают максимальное давление жидкости в тормозной системе за счет использования элементов системы курсовой устойчивости. К таким системам относятся:

- **HBA** (Hydraulic Braking Assistance) на автомобилях Volkswagen, Audi;
- **HBB** (Hydraulic Brake Booster) на автомобилях Volkswagen, Audi;
- **SBC** (Sensotronic Brake Control) на автомобилях Mercedes-Benz;
- **DBC** (Dynamic Brake Control) на автомобилях BMW;
- **BA Plus** (Brake Assist Plus) на автомобилях Mercedes-Benz.

Система HBA распознает экстренную ситуацию по скорости и силе нажатия педали тормоза. В работе системы используется датчик

давления в тормозной системе, датчики частоты вращения колес, выключатель стоп-сигнала. На основании поступающих сигналов электронный блок управления при необходимости включает насос обратной подачи, который доводит давление в тормозной системе до максимального. Действие программы происходит до срабатывания системы ABS.

Система HVB в определенных режимах эксплуатации автомобиля (прогрев двигателя и др.) дублирует вакуумный усилитель тормозов. В работе системы используются датчик давления в тормозной системе, датчик разряжения в вакуумном усилителе, выключатель стоп-сигнала. При недостаточном разряжении в камерах вакуумного усилителя система HVB включает насос обратной подачи и повышает давление в тормозной системе до необходимой величины.

Система SBC в своей работе учитывает множество факторов, в том числе: скорость переноса ноги с педали газа на педаль тормоза, силу нажатия на педаль тормоза, качество дорожного покрытия, направление движения, другие параметры. В соответствии с конкретными условиями движения электронный блок управления формирует оптимальное тормозное усилие на каждое колесо.

Система BA Plus контролирует расстояние до впереди идущего автомобиля с помощью радаров системы Distronic. Если расстояние мало и существует опасность столкновения производится визуальное и звуковое предупреждение водителя. Если водитель тормозит недостаточно эффективно система дотормаживает за него.

Система автоматического экстренного торможения

Система автоматического экстренного торможения с помощью радара (лидара) и видеокамеры обнаруживает впереди идущий автомобиль. В случае вероятной аварии (интенсив-

ного сокращения расстояния между автомобилями) система реализует частичное или максимальное тормозное усилие, замедляет или останавливает автомобиль. Даже если столкновение произошло, последствия его для обоих автомобилей будут значительно меньше.

Конструктивно система автоматического экстренного торможения построена на других системах активной безопасности - системе адаптивного круиз-контроля (контроль расстояния) и системе курсовой устойчивости (автоматическое торможение).

Известными системами автоматического экстренного торможения являются:

- **Pre-Safe Brake** на автомобилях Mercedes-Benz;
- **Collision Mitigation Braking System, CMBS** на автомобилях Honda;
- **City Brake Control** на автомобилях Fiat;
- **Active City Stop** и **Forward Alert** на автомобилях Ford;
- **Forward Collision Mitigation, FCM** на автомобилях Mitsubishi;
- **City Emergency Brake** на автомобилях Volkswagen;
- **Collision Warning with Auto Brake** и **City Safety** на автомобилях Volvo;
- **Predictive Emergency Braking System, PEBS** от Bosch;
- **Automatic Emergency Braking, AEB** от TRW.

Необходимо отметить, что в перечисленных системах помимо автоматического экстренного торможения реализованы другие функции, среди которых предупреждение водителя об опасности столкновения, активация некоторых устройств пассивной безопасности. Поэтому данные системы еще называют превентивными системами безопасности.

Список литературы:

1. Системы современного автомобиля [Электронный ресурс] / Системы активной безопасности– 2016. – Режим доступа: <http://systemsauto.ru/index.html>
2. Портал выбора технологий [Электронный ресурс] / Системы помощи водителю и безопасности автомобиля– 2013. – Режим доступа: <http://www.tadviser.ru/index.php>

УДК 629.11

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОЙ БЛОКИРОВКИ МЕЖКОЛЕСНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛА

А.К. Елисеев, студент,

Е.В. Яковенко, Л.А. Кияшко, научные руководители

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: shurik.eliseev.94@mail.ru

Многие современные автомобили оборудованы электронной системой блокировки межколёсного дифференциала, функции которой заключаются в предотвращении пробуксовки ведущих колес при начале движения с места, при разгоне на скользких поверхностях, при поворотах и при движении по прямой. Достигается предотвращение пробуксовки, с помощью подтормаживания ведущих колес. Проанализируем устройства и принцип работы электронных систем блокировки дифференциала.

Электронная блокировка дифференциала основывается на антиблокировочной системе тормозов (ABS) и является неотъемлемой частью системы курсовой устойчивости (ESP). Имитация блокировки отличается от классической системы ABS тем, что может самостоятельно увеличивать давление в тормозной системе автомобиля.

Основные элементы системы показаны на рисунке 1:

- насос: необходим для формирования давления в тормозной системе;
- электромагнитные клапаны (переключающий и высокого давления): включены в тормозной контур каждого колеса и являются элементами гидравлического блока ABS. Осуществляют управление потоками тормозной жидкости в пределах отведенного им контура;

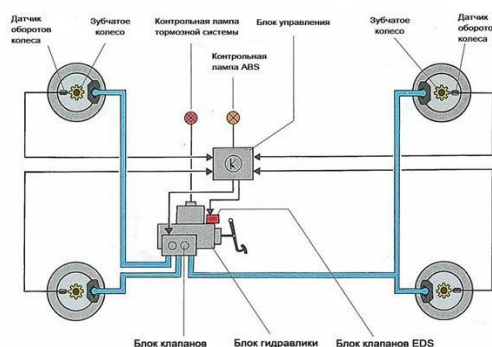


Рисунок 1 - Схема системы электронной блокировки дифференциала [1]

- блок управления: осуществляет управление электронным дифференциалом с помощью специального программного обеспечения;

- датчики частоты вращения колес (установлены на каждом колесе): нужны для информирования блока управления о текущих значениях угловых скоростей вращения колес.

Система, имитирующая блокировку дифференциала, работает циклично. В цикле ее работы присутствует три стадии:

- увеличение давления;
- удержание давления;
- сброс давления.

На первой стадии (когда ведущее колесо начинает проскальзывать) блок управления получает сигналы от датчиков частоты вращения колес и на их основе принимает решение о начале работы. Происходит запертие переключающего клапана, а также открытие клапана высокого давления в гидравлическом блоке системы ABS. Насос ABS создает давление в контуре рабочего тормозного цилиндра проскальзывающего колеса. В результате увеличения давления тормозной жидкости происходит торможение буксующего ведущего колеса.

Вторая стадия начинается с момента, когда прекращается пробуксовка колеса. Система имитации блокировки межколёсного дифференциала фиксирует достигнутое тормозное усилие за счет удержания давления. В этот момент действие насоса прекращается.

Третья стадия: колесо заканчивает проскальзывать, происходит сброс давления. Переключающий клапан открывается, а клапан высокого давления закрывается.

При необходимости все три стадии цикла работы электронного дифференциала повторяются. Отметим, что система функционирует, если скорость автомобиля находится в диапазоне от 0 до 80 км/ч.

Системы электронной блокировки дифференциала на разных автомобилях, могут иметь разные названия. Анализ самых известных из них EDS, ETS и XDS по их назначению, принципу действия, области применения позволил сделать следующие выводы:

1. Назначение и принцип действия современных систем электронной блокировки дифференциала сходно и основано на принципе поперечной блокировки с помощью притормаживания.

2. Преимущество электронного управления блокировкой дифференциала заключается в повышении тяги при поворотах автомобиля, в движении без пробуксовки колес в начале, адаптивной настройке степени блокировки, полностью автоматическом включении/выключении дифференциала, отсутствии потерь мощности на прямых участках дороги.

3. Система XDS позволяет избавиться от недостаточной поворачиваемости автомобиля при скоростном прохождении поворотов, которая типична для переднеприводных машин. Управляемость автомобиля с системой XDS становится более точной, а автомобиль напоминает скорее полноприводный, чем переднеприводный.

4. Для внедорожных автомобилей, оснащенных средствами распределения крутящего момента (жесткими блокировками и/или самоблокирующимися дифференциалами) и электронной системой контроля тормозных усилий (таких как 4Runner (Hilux Surf), Prado, Lexus GX470) характерна великолепная управляемость и проходимость.

5. Недостаток электронной блокировки в том, что датчики и исполнительные механизмы обладают некоторой инерцией, и такой дифференциал нечувствителен к быстро меняющимся дорожным условиям.

Список литературы:

1. Как работает электронная блокировка дифференциала// TechAutoPort.ru: сайт, 2017. URL: <https://techautoport.ru/transmissiya/differentsial-i-glavnaya-peredacha/elektronnaya-blokirovka.html> (дата обращения: 15.05.2017).

УДК 629.3

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ, ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ АВТОМОБИЛЕМ ЗАКРУГЛЕНИЯ ДОРОГИ

У.М. Мамбетов, студент 3 курса, направления подготовки «Профессиональное обучение. Транспорт. Сервис и эксплуатация автомобильного транспорта».

С-А. Б. Шемиев, преподаватель кафедры «Автомобильный транспорт».

ГБОУВОРК «Крымский инженерно-педагогический университет», пер. Учебный, 8, г. Симферополь, Российская Федерация, 295015

e-mail: vatan_seitabla@mail.ru

Вследствие роста автомобильного парка первоочередной проблемой становится проблема безопасности дорожного движения. Парк грузовых автомобилей страны уже давно не ограничивается модельным рядом отечественных автомобилей. На дорогах все чаще встречаются десятки моделей грузовиков производства различных стран, среди которых можно выделить наиболее распространенные: Mercedes, DAF, Volvo, Ford, MAN, JAC, КАМАЗ, ЗИЛ, МАЗ и т.д. Одним из наиболее важным эксплуатационным свойством грузового автомобиля, влияющего на безопасность дорожного движения, является устойчивость.

Цель: проанализировать влияние эксплуатационных факторов на устойчивость автомобиля на закруглении дорог.

Задачи:

- выполнить аналитический обзор по теме исследования;
- определить совокупность факторов оказывающих влияние устойчивость грузового автомобиля;

Устойчивость – свойство автомобиля, характеризующее его способность сохранять заданное направление движения при воздействии внешних сил, стремящихся отклонить его от этого направления. В экстремальных условиях недостаточная устойчивость автомобиля может привести к его заносу и опрокидыванию [1].

Различают следующие виды устойчивости: – *поперечная* при прямолинейном движении (курсовая устойчивость). Ее нарушение проявляется в изменении направления движения автомобиля по дороге и может быть вызвано действием боковой силы ветра, разными величинами тяговых или тормозных сил на колесах левого или правого борта, их буксованием или скольжением, большим люфтом в рулевом управлении, неправильными углами установки колес и т.д.;

– *поперечная* при криволинейном движении. Ее нарушение приводит к заносу или опрокидыванию автомобиля под действием центробежной силы. Особенно ухудшает устойчивость повышение положения центра масс автомобиля (например, большая масса груза на съемном багажнике на крыше);

– *продольная*. Ее нарушение проявляется в буксовании ведущих колес автомобиля при преодолении затяжных обледенелых или заснеженных подъемов и его сползании назад. Особенно это характерно для автопоездов.

Нарушение у автомобиля поперечной устойчивости в процессе эксплуатации наиболее вероятно и более опасно, чем нарушение продольной устойчивости. [2]

Особенно остро вопрос устойчивости грузовых автомобилей стоит на закруглениях дорог, где концентрируется достаточно много факторов влияния.

Нарушение устойчивости автомобиля приводит к снижению безопасности движения, вследствие чего может возникнуть аварийная ситуация или произойти дорожно-транспортное происшествие. Признаком потери автомобилем устойчивости является его скольжение или опрокидывание.

Кривые в плане по данным ряда исследователей являются ежегодно местом сосредоточения до 31,6 % дорожно-транспортных происшествий, причем закругления на спуске дороги опаснее, чем горизонтальные кривые.

Основной особенностью закругления дороги является его радиус. Базируясь на исследованиях Н.Е. Жуковского и академика Е.А. Чудакова, посвященных боковой устойчивости автомобиля на кривой в плане, вначале Г.Д. Дубелир [3], а затем А.В. Макаров предложили формулы по определению радиуса кривой в плане:

$$R = \frac{v^2}{g(\mu + i_g)} = \frac{v^2}{g(\varphi_2 + i_g)}$$

где R – радиус кривой в плане, м;

v – скорость движения транспортного средства, м/с;

g – ускорение свободного падения, $g = 9,81$ м/с²;

μ – коэффициент поперечной силы, представляющий отношение поперечной силы к весу транспортного средства;

i_g – поперечный уклон виража, доли единицы;

φ_2 – коэффициент поперечного сцепления, доли единицы.

Эти формулы применяют до настоящего времени при определении радиуса закругления, причем независимо от того, размещено ли закругление на спуске, подъеме или горизонтальном участке

Различают два вида закругления дорог: закругление на горизонтальном участке и вираж.

Следует отметить, что закругление на горизонтальном участке и вираж отличаются наличием у виража поперечного уклона дороги.

В эксплуатации автомобилей часто встречаются одновременно поворот и поперечный уклон дороги, что создает предпосылки для нарушения поперечной устойчивости.

В этом случае показатели устойчивости принимают следующий вид:

$$v_{3B} = 3,6 \sqrt{\frac{(\varphi_2 + tg\beta)gR}{1 - \varphi_2 tg\beta}}$$

критическая скорость автомобиля по заносу на вираже, км/ч:

$$v_{3B} = 3,6 \sqrt{\frac{(B + 2h_u tg\beta)gR}{2h_u - Btg\beta}}$$

критическая скорость автомобиля по опрокидыванию на вираже, км/ч:

где g – ускорение свободного падения, ($g = 9,81$ м/с²);

$tg\beta$ – тангенс поперечного уклона виража, доли единицы;

φ_2 – коэффициент поперечного сцепления, доли единицы;

R – радиус закругления дороги (м);

B – ширина колеи (м);

h_u – высота до центра тяжести автомобиля (м)

В теории эксплуатационных свойств выделяют общий показатель устойчивости автомобиля - коэффициентом поперечной устойчивости автомобиля, который определяется как отношение колеи колес автомобиля к его удвоенной высоте центра тяжести:

Список литературы

1. Гришкевич А.И. Автомобили: Теория: Учебник для вузов. – МН.: Выш. Шк., 1986. – 208 с.: ил.
2. Вахламов В.К. Автомобили: Эксплуатационные свойства: учебник для студ. Высш. Учеб. Заведений / В.К. Вахламов. – 2-е изд., стер. – М.:Издательский центр «Академия», 2006. – 240 с.
3. Дубелир Г.Д. Назначение минимальных радиусов в зависимости от скорости. «Строительство дорог», 1934, №4, с. 36-37.

$$\eta = \frac{B}{2h_u}$$

Коэффициент поперечной устойчивости позволяет определить, какой из двух видов потерь поперечной устойчивости (занос или опрокидывание) более вероятен при эксплуатации.

В работе Подригало М.А. «Динамика автомобиля» рассматривается устойчивость автомобиля при разности динамических радиусов ведущих колес различных бортов.

Занос автомобиля возникает вследствие появления поворачивающего момента, обусловленного неравномерностью касательных реакций на ведущих колесах противоположных бортов машины.

Отсюда вытекает необходимость в исследовании влияния разности динамических радиусов колес на устойчивость автомобиля в повороте.

Проанализировав формулы по критическим скоростям прохождения поворотов, работы Вахламова В.К., Певзнер Я.М., Баженов Е.Е., Хусанова А.Ш., Подригало М.А. и ряда других авторов, сделаем вывод, что на устойчивость автомобиля на закруглениях дорог оказывают влияние следующие параметры:

- критическая скорость по боковому скольжению (заносу) v_3 , км/ч;
- критическая скорость по опрокидыванию v_0 , км/ч;
- критический угол поперечного уклона дороги (косогора) по боковому скольжению β_3 ;
- критический угол поперечного уклона дороги (косогора) по опрокидыванию β_0 ;
- коэффициент поперечной устойчивости η_u
- радиуса поворота R , м ;
- величину колеи B , м;
- величину центра тяжести автомобиля h_u , м;
- коэффициента бокового сцепления φ_2 ;
- разность динамических радиусов колес, м.

УДК 629.113

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ КУРСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ

Ш.А.Эмир-Алиев, студент 3 курса, направления подготовки «Профессиональное обучение. Транспорт. Сервис и эксплуатация автомобильного транспорта».

С.А. Феватов, канд.тех.наук., ст. преп. кафедры «Автомобильный транспорт».

ГБОУВО РК «Крымский инженерно-педагогический университет», пер. Учебный, 8, г. Симферополь, Российская Федерация, 295015

e-mail: asan_oglu@mail.ru

При проведении экспериментального исследования курсовой устойчивости движения транспортного средства используется легковой автомобиль, а в качестве основного измерительного прибора – универсальный дилерский сканер Tech-2, с помощью которого определяются параметры курсовой устойчивости по данным работы электронных систем автомобиля, в частности ABS и TCS. Измерение вышеупомянутых параметров автомобиля позволяет, в последующем, выполнить анализ математической модели [1] и проверку ее адекватности по полученным экспериментальным данным.

Перед проведением испытаний, на СТО должны быть проведены диагностические работы, с целью проверки технического состояния автомобиля и приведение его в надлежащее состояние.

С помощью линии инструментального контроля Bosch осуществляется измерения увода в метрах на 1км с учетом суммарной боковой силы, коэффициента сцепления колес, осевой нагрузки, определены состояния подвесок и тормозной системы. На специальном стенде выполнен контроль и регулировка углов установки колес автомобиля, проводится диагностирование рулевого управления.

Использование прибора Tech-2 дает возможность получения информации об угловых скоростях колес автомобиля при прямолинейном движении или при круговых режимах движения, позволяет также определить момент относительного проскальзывания колеса в продольном направлении – момент блокировки колеса тормозами и действие антиблокировочной системы.

Во время проведения исследования измеряется с помощью лазерной рулетки диаметр круга, по которому двигался автомобиль. Также, совместно с лазерной рулеткой используется механическая рулетка.

Для измерения износа рисунка протектора шины, используется специальное устройство индикатор – глубиномер.

Для получения траекторий перемещения заданных точек автомобиля (середины передних и задних осей) используется гидроотметчик.

Правильность установки форсунок гидроотметчиков на автомобиле проверяется по совпадению всех траекторий в одну линию при прямолинейном движении.

Последовательность проведения эксперимента.

Сначала на автомобиле используют симметричные шины.

Водитель – исследователь и оператор находились в автомобиле и последовательно выполняли движение по кругу. Водителем достигался устойчивый режим движения. После того, как автомобиль завершал замкнутый круг проводилось измерение диаметра этого круга (середины передней и задней осей описывали каждая свой круг). Далее выполняются аналогичные эксперименты движения автомобиля по кругу с меньшими диаметрами.

После этого выполняется перемонтаж шин на несимметричные шины, и выполняются аналогичные эксперименты. Затем на этих же шинах было выполнено движение по кругу под нагрузкой автомобиля.

Последовательность проведения эксперимента приведена ниже на схеме (рис. 1).

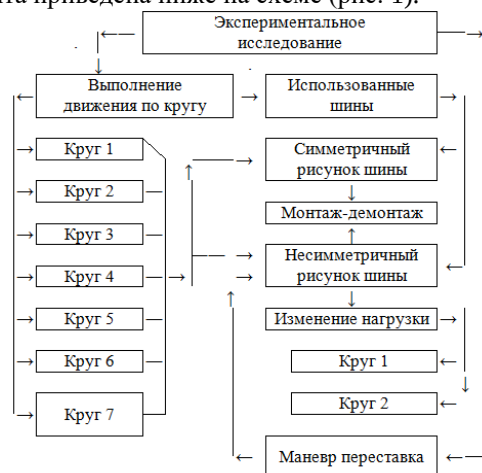


Рисунок 1 – Блок-схема последовательности проведения эксперимента

Выводы. Описан метод, определения характеристик бокового увода колес легкового автомобиля с использованием современного диагностического оборудования. Показаны этапы эксперимента.

Список литературы:

1. Макаров В.А., Волохов О.С., Куплинов А.В., Кулиев Р.А. К вопросу экспериментального исследования курсовой стойкости движения легкового автомобиля – Вестник восточноукраинского национального университета им. В. Даля. – 2010. – №7 – С. 119-123.
2. Вербицкий В.Г., Макаров В.А., Кулиев Р.А. О подходе к определению параметров увода шин при стационарном движении легкового автомобиля по окружности // Вестник Дон НАБА.– Вып. 5(67). – Макеевка, 2007. – С. 106-111.
3. Макаров В.А., Волохов О.С., Куплинов А.В., Крит А.В., Кулиев Р.А. К вопросу экспериментального исследования характеристик курсовой стойкости СРР легкового автомобиля во время его движения по кругу // Вестник ДААТ. – Донецк, 2008. – №4. – С. 48-56.

УДК 519.876

АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ КАПРОЛОНА В УЗЛАХ ТРЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО СЦЕПЛЕНИЯ

И.С. Левин, студент,

А.А. Ветрогон, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: vetrogon@sevsu.ru

Проблема износа и трения является одной из наиболее общих и важных, определяющих, в значительной мере, развитие и прогресс в области машиностроения и эксплуатации техники.

Для борьбы с износом и трением заменяют одни металлы другими, например, заменяют металлы различными заменителями.

Одним из таких заменителей является капролон - высокопрочный полимерный материал, хорошо поддающийся механической обработке. Графитонаполненный капролон обеспечивает более долгую работу в узлах трения и скольжения. По сравнению с металлами, снижает уровень шума и вибрации (до 15 Дб), ударопрочный, устойчивый к стиранию, не подвержен коррозии, экологически чист, без запаха, устойчив к воздействию углеводородов, масел, спиртов, кетонов, эфиров, щелочей и слабых кислот.

Имеет широкий спектр применения в машиностроении для изготовления различных деталей, таких как подшипники скольжения, втулки, направляющие узлов трения и т.д.

Применение позволяет уменьшить вес узла и механизма в 6-7 раз без потери прочности, при условии замены стали, бронзы, латуни, алюминия и других материалов. Из конструктивных полимеров капролон имеет самую низкую цену [1].

В данной работе рассматривается возможность использования подшипников из капролона в механизме сцепления. Для проверки возможности была смоделирована вилка, муфта сцепления и втулки вилки. Расчеты производились с помощью конечноэлементного пакета ABAQUS. Был выполнен динамический расчет процесса поворота вилки. При этом рассматривались упругие деформации в деталях узла, а также трение между рабочими поверхностями вилки и втулками.

Были рассмотрены следующие пары трения: сталь – бронза, сталь – капролон, сталь – капролон

графитированный. Коэффициенты трения с учетом использования смазки принимаем 0,08, 0,015 и 0,0015 соответственно.

Результаты моделирования представлены на рисунке 1

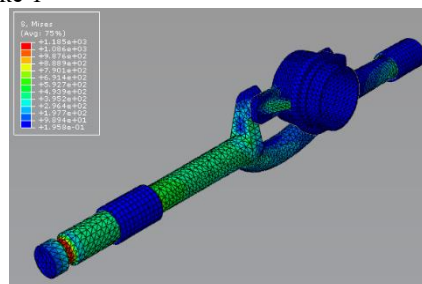


Рисунок 1 – Расчетная модель

Графики внешней работы и работы сил трения представлены на рисунке 2. На рисунке Кривые 1,2 и 3 – внешняя работа при исследуемых парах трения, соответственно. Кривые 4,5 и 6 – работа сил трения

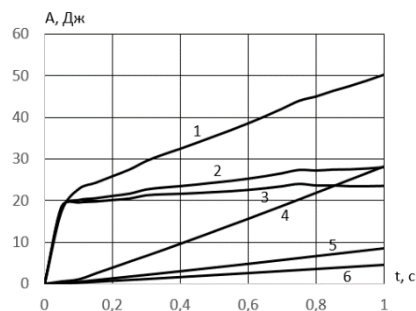


Рисунок 2 – Топливо-экономическая характеристика в виде полиномиальной линии тренда

Вывод. Расчеты показали что использование капролона может уменьшить внешнюю работу на величину до 40%. При этом исследования показали что его применение осложнено возникающими контактными напряжениями.

Список литературы:

1. Барн Ю.М. Технология конструкционных материалов / под ред. Ю. М. Барона. – СПб.:Питер, 2012. – 512с.: ил.

УДК 62-643

СИСТЕМА ВПРЫСКА ВОДЫ В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Д.И. Коваленко, студент,

А.А. Ветрогон, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: Entense55@mail.ru

Повышение мощности в дизельных двигателях без потери ресурса является актуальной темой. Повысить мощность можно несколькими путями:

- повышение давления впрыскивания топлива в камеру сгорания;
- использование турбонаддува с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха;
- повышение степени сжатия.

Увеличивая подачу топлива в камеру сгорания, повышается температура выхлопных газов, что приводит к нагреву деталей цилиндро-поршневой группы и снижению ресурса.

Высокая температура окружающей среды влияет на работоспособность двигателя на средних и повышенных нагрузках и приводит к снижению мощности.

Один из эффективных способов дальнейшего безопасного увеличения мощности на дизельных двигателях — установка системы впрыска воды.

Впрыск воды в топливно-воздушную смесь двигателей внутреннего сгорания используется для дополнительного охлаждения двигателя и повышения его характеристик.

Преимущества впрыска воды:

- распыляемая жидкость поглощает большое количество теплоты, что в свою очередь приводит к охлаждению деталей цилиндропоршневой группы, а также температуры выхлопных газов;
- понижает температуру воздуха, поступающего из окружающей среды в камеру сгорания;
- уменьшает скорость горения смеси в цилиндре, что приводит к более «мягкой» работе двигателя;
- уменьшает количество нагара на днище поршня и клапанах.

Недостатки:

- применение воды возможно только на средних и максимальных нагрузках. При малых

нагрузках двигатель может работать не устойчиво и увеличиться расход топлива.

В работе предлагается использовать впрыск воды в дизельные двигатели, работающие при повышенных нагрузках, в условиях повышенных температурах окружающей среды.

Для наглядности приведены примеры дизельного ДВС без впрыска воды и с впрыском. Температура окружающей среды 32° С, замер выполнен на прямой передаче.

В первом случае мощность при 3600 об/мин⁻¹ составила 170 л.с., крутящий момент при 1600 об/мин⁻¹ составил 525 Нм, температура выхлопных газов при 4000 об/мин⁻¹ 730° С (рисунок 1).

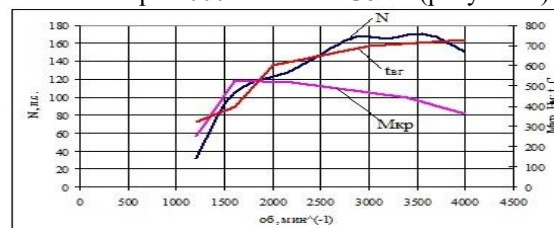


Рисунок 1 — Замер характеристик дизельного ДВС без впрыска воды.

Во втором случае мощность при 3600 об/мин⁻¹ составила 180 л.с., крутящий момент при 1800 об/мин⁻¹ составил 540 Нм, температура выхлопных газов при 4000 об/мин⁻¹ 700° С (рисунок 2).

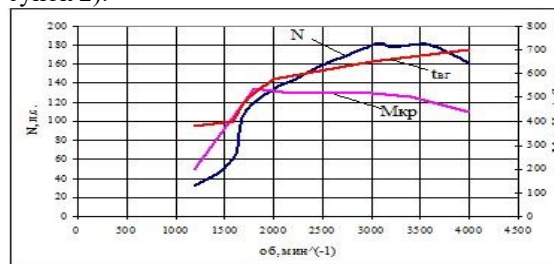


Рисунок 2 — Замер характеристик дизельного ДВС с впрыском воды

Список литературы:

1. Немного о впрыске воды [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.drive2.ru/b/2124052/>

УДК 519.876

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СВЕТОФОРНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛ. ОТРАДНАЯ И ФИОЛЕНТОВСКОГО ШОССЕ Г. СЕВАСТОПОЛЬ

Д.А. Кузнецов, студент,

Д.А. Саса, студент,

А.А. Ветрогон, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г.Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: vetrogon@sevsu.ru

Проблемы оптимальной развязки транспортных потоков особенно громко зазвучали с ростом числа автомобилей. С каждым годом, число автомобилей на планете увеличивается, что влечет за собой нарастание транспортных проблем в крупных городах. Устоявшиеся схемы движения транспортных потоков уже не справляются с огромным количеством автомобилей. Это приводит к образованию заторов и созданию аварийных ситуаций на дорогах.

С целью оптимизации движения транспорта проводится ряд мероприятий по оптимизации дорожного движения. На 2016 год в Севастополе насчитывается около 135000 автомобилей. При населении в 400000 человек, это означает, что каждый третий житель Севастополя имеет автомобиль.

Максимальное напряжение на дорогах возникает в так называемые часы пик, т.е. около 9:00 и 18:00 часов, когда основная масса людей движется на работу(учебу) и обратно.

Так как Севастополь является курортным городом, то в курортный сезон, преимущественно в летнее время, кол-во автомобилей вырастает в разы и действующие распределения транспортных потоков не справляются со своей задачей. В данной работе было проведено исследование пересечения ул. Отрадной и Фиолентовского шоссе. В 2016 году была проведена работа по изменению направления движения главной дороги на этом перекрестке.

Изменение частично решило проблему, но достаточно часто создаются аварийные ситуации, что возможно решить установкой светофора.

Для оценки того, как изменится транспортная ситуация в этом узле при установке светофора были произведены замеры транспортных потоков (таблица 1).

Схема замеров интенсивности движения представлена на рисунке 1

Таблица 1 – Результаты замеров

Направление	Грузовые	Легковые	Автобусы	Σ
1	1.1	12	312	12
	1.2	42	612	6
2	2.1	18	816	6
	2.2	12	144	6
3	3.1	12	450	18
	3.2	6	60	12



Рисунок 1 – Схема замеров интенсивности движения

Было выполнено моделирование в программной среде PTV VISSIM (таблица 2) [1].

Таблица 2 – Результаты моделирования

Направление	Средняя скорость на участке, км/ч			
	Без светофора	Схема сигналов светофора		
		55-20	60-20	65-20
1.1	5,5	6,7	5,9	4,7
2.1	51,5	29,9	29,2	32,8
3.2	5,3	5,6	8,7	4,3

Вывод. Исследования показали, что установка светофора, хоть и снижает среднюю скорость движения по главной дороге, не вызывает образования заторов. Определена оптимальная схема сигналов

Список литературы:

1. А+S. Краткое руководство по выполнению проектов в PTV VISSIM 6, 2014. – 74с.

УДК 62-354

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АДАПТИВНЫХ ПНЕВМОПОДВЕСОК СЕРИЙНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

П.П. Собченко, студент,

А.А. Харченко, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

s

o

b Благодаря своим конструктивным особенностям адаптивная пневмоподвеска транспортных средств способна обеспечить управляемость, удобство эксплуатации, комфортабельность в широком диапазоне дорожных условий и режимов движения. Несмотря на то, что попытки использования регулируемых пневмоподвесок в серийных легковых автомобилях начались в конце 1950-х, наиболее широко эти устройства начали применяться в последние годы, прежде всего вследствие развития управляющих алгоритмов и мехатроники.

Наилучшая приспособляемость подвески достигается, если помимо регулировки дорожного просвета обеспечивается регулирование демпфирования.

Основными элементами современной адаптивной пневмоподвески являются компрессор, ресиверы, исполнительные механизмы, датчики слежения и блок управления.

Упругие пневмоэлементы являются исполнительными механизмами, в задачи которых входит регулировка и поддержание клиренса. Изменение дорожного просвета осуществляется за счет изменения давления в пневмоэлементах. Пневмоэлемент может иметь разные исполнения: самостоятельный узел либо совмещенный с амортизатором (т.н. пневмостойка). Конструкция амортизатора может предусматривать пневматическое управление демпфированием.

Электронные датчики позволяют отслеживать такие параметры, как положение кузова относительно дороги, наклон кузова, скорость, ускорение автомобиля и прочие величины, необходимые для задания оптимальных характеристик подвески.

Блок управления предназначен для обработки сигналов датчиков и осуществления автоматической или ручной регулировки подвески.

Несмотря на высокую стоимость и существующие проблемы эксплуатации, связанные прежде всего с изнашиванием, проколами и загрязнением пневмоэлементов, ведущие автопроизводители предлагают адаптивные пневмоподвески в серийных автомобилях.

Анализ конструкций и характеристик адаптивных пневмоподвесок, которыми оснащаются автомобили концернов «Фольксваген» (модели «Туарег», «Фазтон»), «Мерседес-Бенц» (подвеска «Airmatic» модели S-класс, ML), «Ягуар-Лендвер» («Дискавери 3», «Рейндж Ровер»), «Ауди» («А6 Оллруд»), «Тойота» («Лексус LX 570»), показывает, что все они имеют:

- автоматическое ступенчатое либо бесступенчатое регулирование клиренса, учитывающее скорость движения и заданный режим работы подвески;

- ступенчатое регулирование клиренса водителем за счет выбора нескольких предустановленных режимов;

- автоматическое регулирование демпфирования, учитывающее передаваемые датчиками ускорение, высоту и положение кузова относительно дороги.

Пневмоподвеска модели «Туарег» обеспечивает также возможность регулирования давления в шинах и отбор воздуха для подкачки колес.

Таким образом, функциональность подвесок в целом совпадает. Основные отличия заключаются в конструктивном исполнении отдельных элементов, прежде всего амортизаторов и пневмобаллонов. Можно предположить, что дальнейшее развитие адаптивных пневмоподвесок будет заключаться прежде всего в повышении безотказности и долговечности, и после отработки технологий на автомобилях высшего класса адаптивные подвески найдут применение в более массовых моделях.

Список литературы:

1. B. HeiBing, M. Ersoy (Eds.). Chassis Handbook Fundamentals, Driving Dynamics, Components, Mechatronics, Perspectives. - Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH. - 2011, 591 p.

УДК 658.52.011.56

ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕХОДА АВТОТРАНСПОРТА НА АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА

М.К. Задорожный, студент,

М.А. Худаймуратов, ст. преп., научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,

ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053

e-mail: zadoromihail@mail.ru , ali_murat@mail.ru

Прошло уже больше 150 лет с момента появления автомобилей, с тех пор актуальность данного средства передвижения только растет. Автомобили стали комфортнее и быстрее. Рост рынка автомобилестроения повлек за собой и рост нефтедобывающего рынка [2]. В среднем в день из недр земли добывают 75080 тысяч баррелей нефти, что является колоссальной суммой [1]. Вся эта нефть перерабатывается и становится топливом для современной техники.

Уже несколько десятилетий ученые говорят о скором истощении нефтяных ресурсов планеты и необходимости перехода на другие виды топлива, которые будут возобновляемыми и экологически чистыми. Но пока на земле есть нефть человечество не задумывается об этом.

Продукция нефтеперерабатывающих компаний используется в качестве топлива в автомобилях, самолетах, поездах, во всевозможной военной технике и во многом другом, при этом принося им огромную прибыль. Соответственно за данный рынок идет борьба, ведь на данный момент эта отрасль промышленности наиболее стабильна.

Существует теория заговора, которая гласит о том, что ведущие нефтяные компании выкупают патенты у изобретателей нетрадиционных двигателей и делают все возможное, чтобы это не попало в средства массовой информации. Двигатели на воде, высокоэффективные электродвигатели, работающие в паре с солнечными батареями, емкие батареи с высокой скоростью заряда - такие вещи уже существуют. Данным вариантам двигателей не дают развития именно те, кто стоит за всем нефтяным бизнесом.

Стоит только задуматься насколько бы изменился наш мир после исчезновения двигателей внутреннего сгорания. Воздух бы стал чище, не было бы проблем с некачественным топливом, люди бы ездили на электромобилях и по приезде

домой просто ставили бы свои машину на подзарядку, прямо как мобильный телефон, улучшение экологии отразилось бы и на здоровье людей.

Основной проблемой перехода к такой модели мира является зависимость мировой экономики от продажи нефти. Исчезновение на современном рынке данного продукта приведет к коллапсу, триллионы долларов будут терять страны добытчики, люди потеряют работу, что может повлечь за собой увеличение смертности среди населения, техника для добычи, транспортировки и переработки станет ненужной и будет подлежать утилизации.

Чтобы перейти на экологически чистую энергию стоит разработать план данного перехода, что подразумевает плавная замена двигателей внутреннего сгорания на электрические, постепенное замещение не должно сильно отразиться на экономике и сможет улучшить уровень жизни на планете. Электрический автомобиль является безусловным и неотвратимым будущим автомобилестроения. Многие производители по всему миру вкладывают значительные средства в разработку электромобилей что способствует снижению вредных выбросов от автомобиля, а также разработки устройств хранения энергии, технологий энергопотребления [3]. Для более плавного перехода от бензиновых двигателей к электрическим следует выпуск гибридных автомобилей, а после полного перехода на гибридные автомобили стоит начать выпуск полностью электрозависимых транспортных средств. В тоже время стоит начать переход на чистую энергию, такую как энергия солнца и ветра. Стоит начать строительство электростанций в солнечных и ветряных частях страны, чтобы постепенно избавиться от атомных электростанций. Таким образом через несколько десятилетий мир изменится до неузнаваемости и станет намного лучше.

Список литературы:

1. [Электронный ресурс]- https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_добыче_нефти;
2. [Электронный ресурс]- https://ru.wikipedia.org/wiki/История_автомобиля;
3. [Электронный ресурс]- <http://systemsauto.ru/engine/electric-car.html>.

УДК 658.52.011.56

ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ

М.К. Задорожный, студент,

М.А. Худаймуратов, ст. преп., научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,

ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053

e-mail: zadoromihail@mail.ru , ali_murat@mail.ru

Автомобиль должен быть не только быстрым и комфортабельным, но и надежным. В наше время многие автопроизводители пренебрегают надежностью, делая все с учетом получения стабильной прибыли. При конвейерном производстве машин обойтись без каких-либо дефектов практически невозможно. Регулярно производителям приходится делать отзывы автомобилей из торговли и у потребителей, для устранения критических недоработок [2].

На современном рынке идет расчет на то, что человек использует транспортное средство на протяжении 5 лет, а по истечению данного срока пересяживается уже на новый автомобиль, а старый попадает на вторичный рынок. И вот у нового хозяина начинают появляться первые проблемы, он начинает вкладывать деньги, ездить по автосервисам. Тем временем автопроизводители начинают зарабатывать за счет продажи деталей, ведь большая часть прибыли приходит именно с этого направления. В этом заключается основная выгода компаний.

И тут стоит задуматься о причинах такой ситуации на рынке. Существует несколько причин.

Первой причиной является то, что современный человек стремится идти в ногу со временем, покупая новинки, тут может пойти речь о любой технике. Ведь если у твоих друзей или знакомых новая модель, а у тебя малофункциональная устаревшая то поведение такого человека очевидно - он явно захочет тоже иметь новинку. Так почему же такого не было 30 или 50 лет назад? Все дело в том, что раньше все делали из соображений, что техника должна выполнять лишь определенную функцию. Автомобиль должен был перевезти людей из "пункта А" в "пункт Б", при этом не думали об удобствах, присущим современным машинам. Главным критерием была надежность. Тоже самое можно сказать о бытовой технике, такой как телефон или телевизор, которые имели лишь одну функцию.

Второй причиной можно назвать современные технологии, лишь благодаря им можно спроектировать детали и агрегаты, которые не выйдут из строя в гарантийный срок. С приходом компьютеров расчет деталей на прочность и износостойкость намного

упростился, ведь теперь все делается за считанные секунды и с поразительной точностью, тем самым давая автопроизводителю сделать определенную деталь с минимальными затратами, а до появления персональных компьютеров все это приходилось высчитывать инженерам вручную, при этом прочность детали брали с большим запасом. Именно этот запас прочности делал автомобиль надежным и который ничтожно мал в современных авто.

Есть мнение, что компании в массовом порядке перешли на комплектующие более низкого качества, начав закупать их у производителей из стран третьего мира. Индустрия автокомпонентов в самом деле поменялась: например, китайская компания Fuyao Glass Industry к настоящему времени вышла на второе место по поставкам автомобильных стекол на заводы самых разных марок (кстати, в этом году она открыла производство в России и стала поставлять стекла на калужский завод Volkswagen). Такие примеры вызывают обеспокоенность у автомобилистов старой закалки [3].

Существует и положительная сторона такого производства, ведь из-за удешевления производства и цена на авторынке уменьшается, давая возможность практически каждому желающему приобрести приглядевшуюся машину.

Так же можно выделить то, что все-таки и в современном мире есть комфортабельные и в тоже время достаточно надежные автомобили, но их стоимость порой слишком высока. Например, автомобили марки Ролс Ройс являются примером надежности, технологичности и комфорта. Двигатель этого автомобиля создан для того, чтобы работать максимально долго. По крайней мере, в теории. 70% всех когда-либо произведенных Ролс Ройс до сих пор на ходу. Представители марки всегда помогают клиентам произвести необходимое техническое обслуживание автомобилей вне зависимости от года выпуска [1].

В итоге проблему недолговечности можно решить путем улучшения качества автомобильных комплектующих, приблизившись к качеству такой компании как Ролс Ройс, при этом выставив разумные цены на машины.

Список литературы:

1. [Электронный ресурс] - <http://www.vokrugsveta.ru/article/216265>;
2. [Электронный ресурс] - https://ru.wikipedia.org/Автомобильная_промышленность;
3. [Электронный ресурс] - <https://auto.mail.ru>.

УДК 629.1

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТНОЙ НАДЕЖНОСТИ СУДОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В. В. Цыганова, студентка

Л. А. Романий, студентка

А.В. Неменко, доц. канд. техн. наук, научный руководитель

ФГБОУ ВО «Севастопольский государственный университет» ул. Университетская, 33. г. Севастополь. Российская Федерация. 299053

e-mail: lilia-romaniy@mail.ru; viktoriyaprincess228@gmail.com

Надежность - как качественная характеристика любого технического объекта универсальна и обладает рядом свойств: долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость, безопасность и т.д.

Рассмотрение позволяет сделать вывод о том, что анализ надежности судовых корпусных конструкций не имеет принципиальных отличий от общетехнического.

Прочность элементов конструкций судового корпуса складывается из расчётных внешних нагрузок, возникающих напряжений и запасов прочности, и с течением времени в процессе эксплуатации судна меняется, вызывая остаточные деформации корпуса, как локально (в месте разрушения), так и общие.

При проектировании для судна предусмотрено уменьшение прочности элементов корпусных конструкций вследствие износа, выраженное явно либо с помощью расчётных допускаемых напряжений. Данные значения регламентируются специальной нормативной документацией.

Появления остаточных деформаций, как правило, обусловлено эксплуатационными перегрузками судна, старением его корпуса, элементов и набора, а также вследствие появления трещин, разрывов, пробоин при возникновении аварийных ситуаций.

Для повышения эффективности эксплуатации судна необходимо применение практических методов исследования надёжности судовых технических средств. Только на основе анализа надёжности можно разработать мероприятия по повышению их долговечности, обосновать периодичность эксплуатационно-ремонтных циклов, сформулировать требования к надёжности судовых технических средств с учётом заданных условий эксплуатации.

Категория выявленных дефектов определяется по оценке технического состояния конструкций корпуса судна по показателям физического износа (сохранности) составляющих элементов и характеризуется определенной категорией дефектов:

- малозначительный – дефект 1-ой категории, работоспособное состояние элемента;
- значительный – дефект 2-ой категории, ограниченно-работоспособное состояние элемента

или неработоспособное (в зависимости от характера дефекта, эксплуатационных возможностей, изменения критических напряжений, пределов текучести и прочности, относительного удлинения, хрупких и усталостных характеристик, уменьшения несущей способности набора и листов, повышения номинальных напряжений, либо концентрации напряжений, нарушения непроницаемости);

– критический – дефект 3-ей категории.

В результате деформаций происходит снижение надёжности всей конструкции корпуса судна в целом.

Неотъемлемой частью аппарата оценки риска являются процедуры прогнозирования вероятности отказа подсистем технического объекта в течение заданного времени эксплуатации или, другими словами, прогнозирование показателей надёжности.

Корпус судна характеризуется как сложная система, обеспечение жизнедеятельности которой происходит в тяжелых нестационарных условиях воздействия внешней среды (волнения моря, ледовые воздействия) на границе двух стихий (воды и воздуха).

Надежность конструкций корпуса судна связана с понятием нормативных запасов прочности при определении расчетных внешних нагрузок. Надежность как сложное свойство в зависимости от назначения объекта, а также условий его применения состоит из сочетаний свойств: безотказности, ремонтпригодности, долговечности и сохраняемости. Для объектов, постоянно работающих в тяжелых условиях, таких как корпуса водоизмещающих судов, подверженных воздействию нагрузок, значение и направление действия которых непрерывно и случайно изменяются, эти свойства наиболее важны.

Статистика крупных аварий, возникших из-за недостатка прочности и приведших к разрушению корпусов судов, свидетельствует, что в большинстве случаев причиной разрушений явилась потеря устойчивости основных несущих связей.

Приступая к оценке надежности объекта, необходимо установить работоспособность его состояния. Нарушение работоспособности приводит к отказу как любого конструктивного элемента, так и всей конструкции в целом. В одних случаях

отказом является полное разрушение элемента, иногда это определенная величина деформации, при которой нарушается нормальная эксплуатация конструкции, в других случаях отказ – частичное нарушение плотности соединения и т.д.

Все дефекты конструкций корпуса, появляющиеся в процессе эксплуатации, подразделяются на две группы: повреждения и разрушения. Под повреждениями понимают дефекты, которые ограничивают дальнейшую нормальную эксплуатацию корпуса, а под разрушением – дефект, который приводит корпус в состояние, совершенно непригодное для дальнейшего использования по прямому назначению. Нормативная документация регламентирует допускаемые пределы дефектов первой группы (повреждений); для устранения дефектов второй группы (разрушения) требуется восстановление корпуса, т. е. ремонт.

Оценка надежности корпусных конструкций судна определяется в зависимости от внешних

нагрузок возникающих напряжений и необходимой величины запасов прочности.

С течением времени в процессе эксплуатации происходит старение конструкций судового корпуса и его элементов, соответственно меняется и величина прочности. Вследствие неизбежного износа уменьшаются толщины листовых элементов и набора; изменяется форма первоначальной конструкции корпуса как результат появления остаточных деформаций, возникающих из-за эксплуатационных перегрузок; нарушается целостность отдельных элементов в виде трещин, разрывов, пробоин вследствие проявления усталости, хрупкости или вязкого разрушения при аварийных ситуациях.

Таким образом, нарушается непроницаемость наружной обшивки, переборок, настила второго дна, что приводит к уменьшению прочности конструкций корпуса и его элементов.

Список литературы:

1. Абчук В.А. Теория риска в морской практике. Л. Судостроение, 1983.
2. Алексеев В.И. Анализ повреждений корпусов судов от ледовых нагрузок. ДВИМУ им. адм. Г.И. Невельского. Владивосток 1987.
3. ГОСТ 25.502-79. Методы испытаний на прочность. Введ. 1.07.1986. Дата актуализации 15.01.2008. — М.: Изд-во стандартов, 2007. — 50 с.

УДК 629.1

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТНОЙ НАДЕЖНОСТИ СУДОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В. В. Цыганова, студентка

Л. А. Романий, студентка

А.В. Неменко, доц. канд. техн. наук, научный руководитель

ФГБОУ ВО «Севастопольский государственный университет» ул. Университетская, 33. г. Севастополь. Российская Федерация. 299053

e-mail: lilia-romaniy@mail.ru; viktoriyaprincess228@gmail.com

Надежность - как качественная характеристика любого технического объекта универсальна и обладает рядом свойств: долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость, безопасность и т.д.

Рассмотрение позволяет сделать вывод о том, что анализ надежности судовых корпусных конструкций не имеет принципиальных отличий от общетехнического.

Прочность элементов конструкций судового корпуса складывается из расчётных внешних нагрузок, возникающих напряжений и запасов прочности, и с течением времени в процессе эксплуатации судна меняется, вызывая остаточные деформации корпуса, как локально (в месте разрушения), так и общие.

При проектировании для судна предусмотрено уменьшение прочности элементов корпусных конструкций вследствие износа, выраженное явно либо с помощью расчётных допускаемых напряжений. Данные значения регламентируются специальной нормативной документацией.

Появления остаточных деформаций, как правило, обусловлено эксплуатационными перегрузками судна, старением его корпуса, элементов и набора, а также вследствие появления трещин, разрывов, пробоин при возникновении аварийных ситуаций.

Для повышения эффективности эксплуатации судна необходимо применение практических методов исследования надёжности судовых технических средств. Только на основе анализа надёжности можно разработать мероприятия по повышению их долговечности, обосновать периодичность эксплуатационно-ремонтных циклов, сформулировать требования к надёжности судовых технических средств с учётом заданных условий эксплуатации.

Категория выявленных дефектов определяется по оценке технического состояния конструкций корпуса судна по показателям физического износа (сохранности) составляющих элементов и характеризуется определенной категорией дефектов:

- малозначительный – дефект 1-ой категории, работоспособное состояние элемента;
- значительный – дефект 2-ой категории, ограниченно-работоспособное состояние элемента или неработоспособное (в зависимости от характера дефекта, эксплуатационных возможностей,

изменения критических напряжений, пределов текучести и прочности, относительного удлинения, хрупких и усталостных характеристик, уменьшения несущей способности набора и листов, повышения номинальных напряжений, либо концентрации напряжений, нарушения непроницаемости);

– критический – дефект 3-ей категории.

В результате деформаций происходит снижение надёжности всей конструкции корпуса судна в целом.

Неотъемлемой частью аппарата оценки риска являются процедуры прогнозирования вероятности отказа подсистем технического объекта в течение заданного времени эксплуатации или, другими словами, прогнозирование показателей надёжности.

Корпус судна характеризуется как сложная система, обеспечение жизнедеятельности которой происходит в тяжелых нестационарных условиях воздействия внешней среды (волнения моря, ледовые воздействия) на границе двух стихий (воды и воздуха).

Надежность конструкций корпуса судна связана с понятием нормативных запасов прочности при определении расчетных внешних нагрузок. Надежность как сложное свойство в зависимости от назначения объекта, а также условий его применения состоит из сочетаний свойств: безотказности, ремонтпригодности, долговечности и сохраняемости. Для объектов, постоянно работающих в тяжелых условиях, таких как корпуса водоизмещающих судов, подверженных воздействию нагрузок, значение и направление действия которых непрерывно и случайно изменяются, эти свойства наиболее важны.

Статистика крупных аварий, возникших из-за недостатка прочности и приведших к разрушению корпусов судов, свидетельствует, что в большинстве случаев причиной разрушений явилась потеря устойчивости основных несущих связей.

Приступая к оценке надежности объекта, необходимо установить работоспособность его состояния. Нарушение работоспособности приводит к отказу как любого конструктивного элемента, так и всей конструкции в целом. В одних случаях отказом является полное разрушение элемента, иногда это определенная величина деформации, при которой нарушается нормальная эксплуатация

конструкции, в других случаях отказ – частичное нарушение плотности соединения и т.д.

Все дефекты конструкций корпуса, появляющиеся в процессе эксплуатации, подразделяются на две группы: повреждения и разрушения. Под повреждениями понимают дефекты, которые ограничивают дальнейшую нормальную эксплуатацию корпуса, а под разрушением – дефект, который приводит корпус в состояние, совершенно непригодное для дальнейшего использования по прямому назначению. Нормативная документация регламентирует допускаемые пределы дефектов первой группы (повреждений); для устранения дефектов второй группы (разрушения) требуется восстановление корпуса, т. е. ремонт.

Оценка надежности корпусных конструкций судна определяется в зависимости от внешних нагрузок возникающих напряжений и необходимой величины запасов прочности.

С течением времени в процессе эксплуатации происходит старение конструкций судового корпуса и его элементов, соответственно меняется и величина прочности. Вследствие неизбежного износа уменьшаются толщины листовых элементов и набора; изменяется форма первоначальной конструкции корпуса как результат появления остаточных деформаций, возникающих из-за эксплуатационных перегрузок; нарушается целостность отдельных элементов в виде трещин, разрывов, пробоин вследствие проявления усталости, хрупкости или вязкого разрушения при аварийных ситуациях.

Таким образом, нарушается непроницаемость наружной обшивки, переборок, настила второго дна, что приводит к уменьшению прочности конструкций корпуса и его элементов.

Список литературы:

- 1.Абчук В.А. Теория риска в морской практике. Л. Судостроение, 1983.
2. Алексеев В.И. Анализ повреждений корпусов судов от ледовых нагрузок. ДВИМУ им. адм. Г.И. Невельского. Владивосток 1987.
3. ГОСТ 25.502-79. Методы испытаний на прочность. Введ. 1.07.1986. Дата актуализации 15.01.2008. — М.: Изд-во стандартов, 2007. — 50 с.

УДК 629.1

ЦИКЛИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ КАПРОЛОНА

Д. С. Денисова, студент

Д. Ю. Терновой, студент

А.В. Неменко, доц. канд. техн. наук, научный руководитель

ФГБОУ ВО «Севастопольский государственный университет» ул. Университетская, 33. г. Севастополь. Российская Федерация. 299053

e-mail: dasha.denisova_97@mail.ru; montakor36@gmail.com

Специфические климатические условия, постоянное изменение влажности, температуры воздуха, плотности и солености воды—все это негативно сказывается на работоспособности различных устройств и деталей.

Судовые механизмы, с одной стороны, постоянно подвергаются различным нагрузкам: статическим, динамическим и знакопеременным. С другой стороны, — коррозии и эрозии, которые приводят к потере прочности и жесткости. Таким образом, возникает необходимость рассмотреть возможность применения новых материалов в судовом машиностроении.

Капролон—конструкционный полиамид, который используется в различных отраслях промышленности.



Рисунок 1 - Образцы изделий из капролона

Качественный полиамид-6 может находиться на открытом воздухе длительный период без ухудшения физико-механических характеристик, не требует специальной защиты от ультрафиолетового излучения и влияния внешней среды.

В зависимости от разнообразных добавок и метода изготовления капролон может менять свои свойства (табл.1).

Данный полимер стоек к воздействию различных химических веществ, растворителей, спиртов, эфиров, разбавленных кислот и т.д. трения. Важное свойство этого материала – низкий коэффициент, что позволяет использовать его при изготовлении трущихся деталей.

Данный материал нередко используется вместо металлов. Основным его преимуществом является то, что он легче стали в 6-7 раз, а большая прочность позволяет снизить износ детали в 2 раза.

Достоинства данного материала, а также успех применения говорят о целесообразности и перспективе улучшения и использования в судовых механизмах.

Таблица 1- Методы изготовления капролона

Метод изготовления:	Вид добавки:	Основные свойства:
1. Литьевой метод	а) Без добавки	Самый распространенный в России тип капролона. Он обладает антифрикционными свойствами и хорошо обрабатывается.
	б) Твердая смазка	Данный полиамид дает повышенные показатели скольжения.
2. Экструзионный метод	а) Без добавок	Это высокопрочный материал с высокой вязкостью и пониженной износостойкостью.
	б) Стекловолокно	Это одна из самых жестких и прочных разновидностей капролона. Она применяется в изготовлении деталей, рассчитанных на большие нагрузки.
	в) Полиамид 66 не наполненный	Используется в изготовлении деталей, которые должны выдерживать нагрев до 100 °С.
	г) Полиамид 66 с добавлением 30% стекловолокна	Характеризуется жаростойкостью и низким влагопоглощением.

Таблица 2—Основные свойства капролона.

Наименование характеристики, единицы измерения:	Показатель:
Плотность, г/см	1,15-1,16
Предел прочности при изгибе, МПа	не менее 80
Твердость по Бринеллю, кг·с/см ²	130-140
Оптимальная рабочая температура, °С	-40°С + 80°С
Температура плавления, °С	220-225
Коэффициент трения по стали без смазки	0,15
Модуль упругости при изгибе, МПа	2000

Многие детали машин и механизмов, а также конструкции сооружений в процессе эксплуатации подвергаются циклическим воздействиям. Для получения механических характеристик материала, необходимых для расчетов на прочность при переменных напряжениях, проводят специальные

испытания на выносливость. Кривая выносливости показывает, что с увеличением числа циклов уменьшается максимальное напряжение, при котором происходит разрушение материала. (рис.2

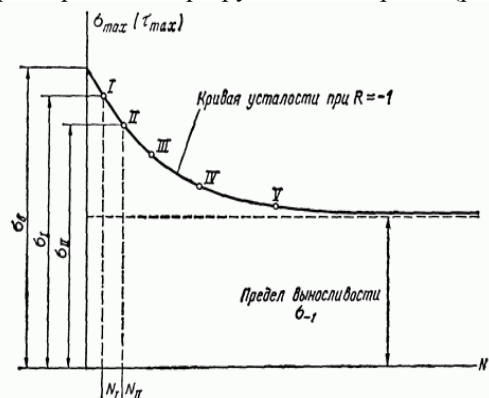


Рисунок 2—Кривая выносливости.

Основная цель исследования [2]— определить механические характеристики «капролона В» в условиях морской среды. Испытанию знакопеременным симметричным изгибом подвергались образцы в виде балки треугольного сечения. В процессе усталостных испытаний устанавливалась связь между амплитудой напряжения и долговечностью образца. Результаты эксперимента приведены на графиках, где ординат ось абсцисс – логарифм долговечности (до разрушения), ось ординат – напряжение (рис.3,4).

Испытания показали, что предел выносливости «капролона В» образцов с концентраторами, напряжений, испытанных на воздухе находится в пределах 27 МПа. Так же было установлено, что морская среда снижает предел выносливости до 14

МПа, а термическая обработка повышает его до 36 МПа.

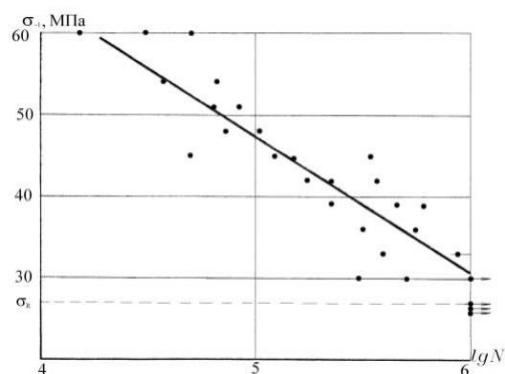


Рисунок 3 - Результаты испытаний образцов с радиусом галтели 10мм.

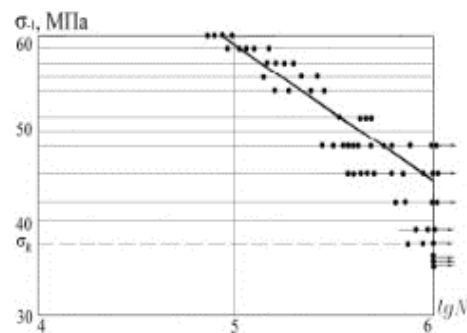


Рисунок 4 - Результаты испытаний с радиусом галтели 0,8мм (образец подвергнут термообработке).

Результаты эксперимента показывают возможность применения капролона в судовых якорно-швартовых механизмах ввиду хорошей усталостной прочности материала и, следовательно, долговечности и эффективности.

Список литературы:

1. Бахарева В.К. Полимеры в судовом машиностроении / В.К. Бахарева, И.А. Конторовская, Л.В. Петрова. — Л.: Судостроение, 1975. — 237 с.
2. Неменко А.В. Оценка прочности капролона для элементов судовых механизмов/ А.В.Неменко//Вестник СевНТУ. «Механика, энергетика, экология». – Севастополь: Изд-во СевНТУ. 2011. – Вып. 120. С. 350 – 354
3. ГОСТ 25.502-79. Методы испытаний на усталость. Введ. 1.07.1986. Дата актуализации 15.01.2008. — М.: Изд-во стандартов, 2007. — 50 с.

РАЗДЕЛ 2. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКЦИИ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

УДК 634.8

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ВИНОГРАДА В ТЕХНОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

М.В. Гутник, студент,

Н.М. Варварина, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: mvgutnik@mail.ru

Разработка функциональных продуктов питания является приоритетным направлением развития пищевой промышленности, имеющим чрезвычайно важное практическое значение и социальный аспект. В настоящее время возникает потребность общества в разработке функциональных продуктов питания для тех групп потребителей, состояние здоровья которых нуждается в коррекции повседневного питания.

Актуальной задачей в области рационализации питания населения является обеспечение потребления функциональных ингредиентов, играющих важную роль в физиологических процессах организма. Использование продуктов переработки плодовоовощной продукции в производстве продукции позволяет решить эту задачу.

Один из путей решения проблемы повышения качества продуктов питания и расширения сырьевой базы - использование местного товарного сырья, которое можно применять в пищу как в свежем, так и в переработанном виде. Такой подход позволяет существенно улучшить качественный состав рациона питания, обогатить его недостающими пищевыми и биологически активными веществами, а также придать продуктам красивый внешний вид и приятный аромат.

Благодаря природно-климатическим условиям в России произрастают ягоды, фрукты и овощи большого числа видов, однако заготавливают и перерабатывают на предприятиях лишь небольшую их часть.

Пищевые волокна оказывают позитивное влияние на здоровье человека. Одним из важных источников получения пищевых порошков, в состав которых входит до 20% клетчатки и 5-8% пектиновых веществ, является выжимка винограда, которая практически не перерабатывается на предприятиях первичного виноделия РФ и в виде отходов производства вывозится в качестве органического удобрения на поля. Виноград и продукты его переработки являются перспективным и доступным сырьем, богатым биологически ценными веществами. Это особенно актуально для Крыма. В процессе переработки винограда накапливается значительное количество выжимок, которые представляют интерес для создания новых видов изделий [1].

В 2016 году на территории Крыма было собрано и переработано 58 тысяч тонн винограда [2] и получено около 9 тыс. тонн выжимки, из которой можно было бы получить около 2,5 тыс. тонн пищевого порошка и столько же виноградных косточек, являющихся сырьем для получения ценного виноградного масла. Только за счет потери виноградных косточек винодельческими предприятиями Крыма недополучено до 11 млн. рублей при среднем расчётном выходе виноградного масла 10%.

Проблема повышения пищевой ценности продуктов питания, в том числе с добавками, полученными из выжимки винограда, отражена в работах многих ученых: Л.Я. Ауэрмана, Р.Д. Поландовой, С.Я. Корячкиной, В.Д. Малкиной, Т.Б. Цыгановой, А.С. Джабоевой, В.С. Колодяжной, Т.В. Першаковой, А.Н. Мусаевой и других.

В связи с этим, совершенствование технологии переработки жмыха винограда различных сортов и использование их для повышения пищевой ценности продукции является актуальным, имеет важное научное и практическое значения.

В работе [1] приведены результаты исследования химического состава выжимок из винограда основных технических сортов, произрастающего в Крыму, с целью использования их для создания кондитерских изделий с повышенным содержанием биологически активных компонентов. Определены количество пектина, степень этерификации, содержание свободных карбоксильных, метоксильных, ацетильных групп; содержание фенольных веществ в выжимках, полученных из винограда разных сортов. Также предложена технология получения полуфабрикатов на основе гидролизированных виноградных выжимок для создания нового ассортимента конфет с желевыми, сбивными, помадными корпусами с повышенным содержанием витаминов, минеральных веществ, натуральных красителей, антиоксидантов. Рациональное использование вторичных продуктов виноделия способствует повышению рентабельности производства и улучшению экологической обстановки.

Анализ научных трудов ведущих ученых в области химии винограда [3–5] указывает на то, что наиболее ценным источником биологически

активных веществ виноградной ягоды являются его кожица. Основной структурной единицей клеточных стенок виноградной ягоды принято считать целлюлозу, постоянными «спутниками» которой являются гемицеллюлозы и пектиновые вещества. Пектины являются важным функциональным ингредиентом для кондитерской промышленности.

Результаты проведенных исследований [1] показали, что во всех образцах выжимок технических сортов винограда количество протопектина преобладало над содержанием растворимого пектина и составляло 1,8 – 3,5 %, содержание растворимого пектина находилось в пределах 0,15 – 0,59 % к массе сухих веществ. При этом, наибольшее количество пектиновых веществ содержалось в выжимках красных сортов винограда «Саперави» и «Бастардо Магарачский», а из выжимок белых сортов – «Алиготе» и «Шардоне». Виноград данных сортов целесообразно использовать для производства сухого порошкообразного пектина.

Цвет виноградной кожицы также обусловлен фенольными соединениями винограда (антоцианами). Больше всего полифенолов (60-70%) находится в косточках винограда, в кожице - 28-35%, остальное приходится на мякоть [6].

Повышенное содержание фенольных соединений в виноградных выжимках заслуживает внимания специалистов, так как наблюдается увеличение спроса на натуральные красители, что связано как с суровой регламентацией использования синтетических красителей, так и стремлением производителей предоставлять продуктам питания статус натуральных. Кроме цвета, фенольные вещества имеют большой спектр биологической активности для организма человека. Антоцианы, относящиеся к классу биофлавоноидов, являются эффективными антиоксидантами. Особенностью природных антоцианов является изменение их окраски в зависимости от pH среды.

Попадая в наш организм, полифенолы контролируют и нормализуют процессы обмена веществ на клеточном уровне, и, как показывают многочисленные научные исследования последних лет, их положительное воздействие трудно переоценить. Полифенолы могут поглощать и

нейтрализовывать свободные радикалы и останавливать цепные реакции. Не так давно под кожей красного винограда обнаружили очень важный флавоноид ресвератрол, наличием которого, по мнению ученых, в основном и объясняется знаменитый «французский парадокс» - низкий уровень сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний при достаточно жирной диете и большом употреблении вина [6].

В выжимках остается весь комплекс органических веществ винограда, в том числе природные полифенолы. Содержание фенольных веществ в винограде и выжимках колеблется в очень широких пределах в зависимости от сорта (рис.1).

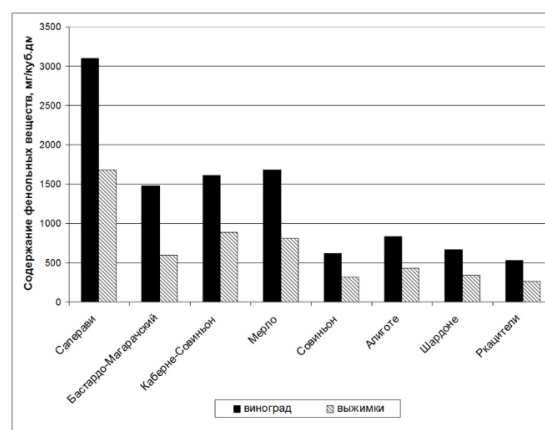


Рисунок 1 – Содержание фенольных веществ в зависимости от сорта винограда

Таким образом, продукты питания, обогащенные вторичным сырьем на основе винограда, будут обладать повышенной пищевой и биологической ценностью и могут быть отнесены к функциональным продуктам и быть рекомендованы для включения в повседневный рацион питания различных контингентов населения.

Разработка рецептуры, технологии и нормативных документов на производство новой продукции функционального назначения послужит предметом дальнейших исследований.

Список литературы:

1. Калиновская, Т.В. Технологическая оценка вторичных продуктов виноделия и перспективы их использования для создания кондитерских изделий нового ассортимента / Т.В.Калиновская, В.И.Оболкина, И.А.Крапивницкая, С.Г.Кияница // Кондитерская промышленность. - 2014. - № 4. - С. 30-32.
2. Итоги работы агропромышленного комплекса Республики Крым за 2015 год. Правительство Республики Крым [Электронный ресурс]. - URL: <http://msh.rk.gov.ru/rus/info> (дата обращения 06.05.2017).
3. Донченко, Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов / Донченко Л.В. - М.: ДеЛи, 2000. - 255 с.
4. Багатурия, Н.Ш. Грузинское виноделие. Теория и практика / Багатурия Н.Ш. - Тбилиси, 2010. - 210 с.
5. Влащик, Л.Г. Пектиносодержащее сырье для функциональных напитков // Научный журнал КубГАУ, №32 (8), 2007. - С. 1 – 10.
6. Лечебные свойства винограда или о пользе полифенолов [Электронный ресурс]. - URL: http://www.terrawoman.ua/health/health_news (дата обращения 06.05.2017).

УДК 634.14:641.5

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЙВЫ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКЦИИ С РАДИОПРОТЕКТОРНЫМИ СВОЙСТВАМИ

С.И. Крамар, студент

Н.М. Варварина, науч. руководитель канд. техн. наук

ФГБОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

г. Севастополь, Россия

E-mail: swiha1967@mail.ru

Разработка продуктов питания с радиопротектными свойствами является приоритетным направлением научно-практических изысканий в области пищевых производств и производства кулинарной продукции, так как имеет неоспоримо важное практическое значение и весомый социальный аспект. В связи с расширением сфер использования источников ионизирующего излучения в различных сферах народного хозяйства, эксплуатацией атомной энергетики, в нашей стране неуклонно растет уровень ионизирующей радиации. В частности, из-за естественных и техногенных источников ионизирующего излучения, проблема радиационной безопасности существует и в нашем регионе.

Актуальной задачей в области радиозащитного питания населения является ограничение поступления радионуклидов во внутреннюю среду организма путем включения в рацион продуктов и веществ, обладающих иммуноактивирующим, радиозащитным действием. Использование продукции радиопротекторного свойства на основе плодового сырья позволяет решить эту задачу.

Имеет приоритет применение радиопротекторов природного происхождения, при потреблении которых отсутствует побочное действие на организм, но при этом достаточно выражен их радиозащитный эффект. К числу таких радиопротекторов относятся пектиновые вещества, в составе которых имеются свободные карбоксильные группы галактуроновой кислоты, которые обладают свойством связывать радионуклиды, образуя нерастворимые комплексы, не всасываемые и выводимые из организма человека.

В связи с увеличением потребности в пектине появилась необходимость расширить сырьевую базу и вовлекать в производство новые виды сырья. Одним из перспективных видов нетрадиционного сырья могут стать плоды айвы и выжимки из них.

Помимо того, что айва довольно доступный и вкусный фрукт, данный плод также ценится за пользу, приносимую человеческому здоровью. Плоды айвы богаты пектинами, которые способны поглощать ядовитые для человека вещества (тяжелые металлы, радиоактивные элементы) и выводить их из организма, что обуславливает их использование в лечебном питании [7].

Зрелые плоды айвы содержат высокий процент фруктозы, глюкозы и сахарозы, органические кислоты представлены яблочной, лимонной, винной, фумаровой, хлорогеновой, хинной, неохлорогеновую, кофейной и кумариновой.

В мякоти плодов айвы найдены в достаточном количестве витамин С, витамин В₁, витамин В₂, катехины, танины, эпикатехин, флавонолкверцетин, антоцианы, каротин, фолиевая кислота, аспарагиновая и глутаминовая кислоты, лизин, гистидин, аспарагин, аргинин, серин, глицин, алканин, пролин, фенилаланин, валин и лейцин. В айве обнаружено 17 микроэлементов, в том числе железо, калий, кобальт, бор, никель, титан, медь, алюминий, марганец [1].

Кожица плодов содержит энантово-этиловый и пеларгоново-этиловый эфиры, придающие плодам специфический запах.

Высокая концентрация антиоксидантов, в том числе фитонутриентных и фенольных соединений обнаруженных в айве, очень эффективно способствует нейтрализации или ликвидации свободных радикалов в организме.

Сок зрелых плодов оказывает общеукрепляющее, мочегонное действие. Также плоды используют как скрепляющее, кровоостанавливающее и противорвотное средство. Айва является ценным пищевым продуктом, объясняется это содержанием в ней фруктозы, камеди, аскорбиновой кислоты, крахмала, гликозида амигдалина.

Важным признаком пектиносодержащего сырья, обуславливающим различие в технологических параметрах извлечения пектина и основным критерием возможности его промышленного производства является соотношение протопектина и общего содержания пектиновых веществ. На основе литературных данных [2,3] установлено, что содержание пектиновых веществ в айве достигает существенных значений (более 91%), уступая лишь сливе колючей (более 95%) и кизилу (более 98%).

Имеющиеся данные химического состава и биологической ценности плодов айвы обуславливают интерес ученых к разработке пищевой продукции с её использованием.

В результате ряда исследований разработаны и утверждены технические условия на купажируемые богатые пектином напитки на основе плодовых соков айвы в сочетании с соками груши,

ананаса, яблок, апельсина и технологическая документация для их производства. Также запатентована технология получения пектинового экстракта из айвы с использованием ЭАВ (ТУ 9169-105-0493202-08) [4].

Известны рекомендации по использованию продуктов переработки айвы в технологии производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий [5].

Использование пищевых волокон из айвы в производстве бисквитного полуфабриката за счет связывания дополнительного количества влаги в структуре бисквитного полуфабриката увеличивает срок годности и свежести продукта, улучшает органолептические показатели за счет структурообразующей водо- и жиросвязывающей способности пищевых волокон и упрочняет структуру полуфабриката, что приводит к снижению количества лома и крошки при хранении и транспортировке, повышает пищевую и вкусовую ценность изделия [5].

Исследования по изучению химического состава айвового пюре доказали, что в нем содержится значительное количество веществ, обладающих функциональными свойствами (тиамин и рибофлавин на уровне 0,01%) и его сопоставимость с химическим составом пшеничной муки обуславливает возможность использования его в качестве добавок в тесто.

Экспериментально установлено, что применение айвового жома при производстве хлеба из пшеничной муки 1 сорта способствует улучшению его качества и интенсификации процесса тестоприготовления. Применение жома дает возможность увеличить содержание сахаров в тесте на 11-15%, способствует интенсификации кислотонакопления на 10-12% и газообразования на 7-8% в процессе тестоприготовления [6].

В связи с этим разработка новых видов десертной и кондитерской продукции, обладающей радиопротекторными свойствами, содержащей в своем составе сок и пюре свежесжатой айвы, способного выводить радионуклиды из организма человека, а также укреплять его защитные функции, является перспективным направлением.

В ходе проведенных экспериментальных исследований нами отработывались рецептуры двух видов плодовой продукции - с сахаром для широкого круга потребителей и с заменой сахара на фруктозу для категории населения с рекомендуемым ограничением потребления сахара.

Проводили сравнение органолептических показателей новой продукции с аналогом, приготовленным по традиционной рецептуре. Показатели качества удовлетворяли требованиям.

В результате в полученной продукции было значительно увеличено содержание витаминов и микроэлементов, пектина за счет включения в состав пюре и сока айвового свежего отжима.

Результаты оценки качества новой продукции дают основания для вывода о целесообразности внедрения данной технологии в предприятия общественного питания для массового потребления.

Кроме того, разработанные десерты обладают повышенной пищевой и биологической ценностью и могут быть рекомендованы для использования в лечебно-профилактических учреждениях, как способствующие выведению токсинов и радионуклидов из организма человека, в качестве профилактики и лечения лучевой болезни.

Лабораторные исследования химического состава и разработка нормативных документов на производство новой продукции с радиозащитными свойствами послужит предметом наших дальнейших исследований.

Список литературы:

1. Айва – химический состав - [Электронный ресурс]. URL: <http://www.volnistiki.info/forum/index.php>
2. Донченко, Л.В. Фракционный состав айвы и дикорастущего сырья / Л.В. Донченко, С.Н. Едыгова, Т.Б. Колотий, Г.Ю. Арутюнова // Известия Вузов. Пищевая технология. - 2012. - №2-3. - С. 118-120.
3. Едыгова, С.Н. Биохимическая характеристика и использование айвы/ С.Н. Едыгова, И.А. Бандурко, Л.В. Донченко // Материалы V недели науки МГТИ (Майкоп, 2011). - С. 11-12.
4. Едыгова, С.Н. Фракционный состав пектиновых веществ айвы и дикорастущего сырья/ С.Н. Едыгова и др. - Известия вузов. Пищевая технология. - 2012. - № 2-3. - С. 118-119.
5. Кайпова, Ж.Н. Исследование свойств айвы в производстве мучных кондитерских изделий/Ж.Н. Кайпова, С.А. Мусаева //Ауэзовские чтения.- 2011.- С.12-14
6. Мамедова, Д.Г. Повышение эффективности использования продуктов переработки айвы в хлебобулочных изделиях/ Д.Г. Мамедова, Е. В. Милорадова, С.Е. Траубенберг // Тезисы докладов МНК «Экоресурсосберегающие технологии переработки сельскохозяйственного сырья». - Астрахань, 2003. – С. 121-124.
7. Полезные свойства айвы - [Электронный ресурс]. URL: <http://ktoikak.comayva-himicheskiy-sostav-kaloriynost-polrznnye-svoystva>

УДК 664.681

ИЗГОТОВЛЕНИЕ МУЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ ИЗ ОТХОДОВ ВИНODEЛЬЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

М.В. Анисимова, студентка,

Н.И. Покинтелица, проф., д-р техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: NIPokintelitsa@sevsu.ru

Мучные кондитерские и хлебобулочные изделия занимают значительное место в ассортименте продуктов питания. Они относятся к высококалорийным, хорошо усвояемым продуктам, обладают приятным вкусом и занимают до 25 % ежедневного рациона питания человека. Объемы производства таких изделий постоянно возрастают, удовлетворяя при этом разнообразные вкусы потребителей.

К одной из основных задач пищевой промышленности на современном этапе является создание продуктов питания, имеющих определённые функциональные свойства. Мучные кондитерские изделия относятся к категории продуктов, обладающих определённым потенциалом в данной области производства.

В настоящее время является актуальным разработка рецептур мучных кондитерских изделий, в состав которых входят необходимые, ценные для организма человека комплексные компоненты, такие как пищевые волокна, антиоксиданты, витамины, минеральные вещества и др. В наиболее усвояемой форме такие компоненты содержатся в растительном сырье. При этом необходимо учитывать, что введение в состав изделий дополнительных ингредиентов не должно приводить к снижению показателей качества готовой продукции.

Одним из таких видов сырья, не требующего значительных материальных затрат на изготовление, являются отходы винодельческого производства, а именно виноградные выжимки. При использовании данного сырья решается острая проблема переработки отходов производства с одновременным расширением при этом ассортимента мучных кондитерских изделий, обладающих функциональными свойствами. В технологии производства данной продукции необходимо предусмотреть получение однородной смеси с равномерным распределением предлагаемых добавок. При этом одной из важных задач является изучение свойств добавок, которые могут быть использованы в производстве мучных кондитерских изделий.

В комплексе исследований возникает необходимость проведения мероприятий по определению степени влияния добавок на показатели качества исходного сырья и готовой продукции.

Свойства содержащихся в растительном сырье полифенольных соединений позволяют использовать их при комплексном лечении желу-

дочно-кишечных, сердечно-сосудистых, онкологических заболеваний, поражениях от воздействия радиации [1].

Основное положительное влияние на организм человека в данном случае оказывают флавоноиды, включающие в себя флавонолы, флавоны, флаваноны, изофлавоны, антоцианидины и др. Проведёнными ранее исследованиями установлено положительное воздействие флавоноидов на восстановление нарушений обмена веществ в тканях организма человека (костной, мышечной, нервной).

Полифенольными соединениями богаты фрукты и ягоды (виноград, вишня, абрикосы, малина, яблоки, чёрная смородина и др.). Процентное содержание минеральных веществ в сырье растительного происхождения составляет от 0,2...1,5 %. В основном они представлены в виде соляных растворов органических и неорганических кислот, с входящими в них катионами калия, натрия, кальция, магния, фосфора. Микроэлементы представлены соединениями железа, меди, марганца, способствующими регулированию кислотно-щелочного равновесия организма [2].

Анализ результатов исследований функциональных свойств продуктов переработки сырья из винограда, а также конкретных технологических способов получения из него тонкодисперсных порошков, указал на возможность применения их при производстве мучных изделий. Важной задачей является максимальное сохранение витаминного состава и веществ с повышенной биологической активностью.

Вино и сок относятся к основным продуктам промышленной переработки винограда. При этом в значительных объемах возникают отходы в виде выжимок и гребней. Выжимки получают в результате силового прессования свежей или перебродившей мезги. Они включают в себя кожуру ягод, семена, гребни, остатки суслу. В процентном содержании выжимки, как сопутствующий вторичный продукт процесса виноделия, составляют 14-17 % от массы ягод.

Имеющиеся литературные данные указывают на отличия химического состава различных вторичных продуктов переработки винограда. Виноградные выжимки характеризуются большим количеством хорошо усвояемых организмом человека низкомолекулярных углеводов. Семена винограда в своем составе содержат значительное коли-

чество белков и липидов. Виноградная лоза характерна содержанием целлюлозы и лигнина. Все это предопределяет их различную питательную ценность и приводит к необходимости поиска способов получения питательных смесей и технологий их введения в продукты питания.

Таким образом, большое количество разнообразных веществ, которые входят в состав вторичных продуктов переработки винограда, позволяет извлекать из них или получать на их основе различные продукты с функциональными свойствами.

Известны способы получения тонкодисперсных порошков из растительного сырья (замораживание, сублимационная сушка и криогенное измельчение) [3]. Исследования влияния порошков из виноградных выжимок на свойства основных компонентов теста, составляющих его рецептуру, позволяют выбрать оптимальные пути их использования в производстве мучной продукции.

При проведении исследований был установлен характер изменения редуцирующих сахаров в дрожжевом тесте, указывающий на то, что использование тонкодисперсных порошков из виноградных выжимок обеспечивает в ходе всего процесса повышенное содержание сахаров. Например, в образце теста с добавлением порошка из выжимок винограда сорта Каберне-совиньон через 2 часа брожения концентрация редуцирующих веществ составляет 0,65%, а в образце с порошком из выжимок винограда сорта Бастардо магарачский – 0,55%.

Несмотря на активное потребление дрожжами сахаров в исследуемых образцах, концентрация этих веществ в течение всего периода брожения сохраняется на достаточно высоком уровне за счет довольно интенсивных процессов гидролиза крахмала муки. К тому же, увеличение легко сбраживаемых сахаров при введении порошков в тесто дает возможность снизить предусмотренные рецептурой дозировки сахара. При выпечке получают кондитерские мучные изделия с приятным выраженным ароматом и ярко окрашенной коркой.

Все это указывает на то, что при добавлении тонкодисперсных порошков в дрожжевое тесто создаются благоприятные условия для питания

дрожжевых клеток в ходе брожения. Процесс сопровождается интенсивным газообразованием. При этом обеспечиваются высокие показатели качества готовой продукции.

Структурно-механические свойства теста также улучшаются. Укрепляется структурная прочность его биокolloидной системы. В зависимости от вида применяемого порошка рациональные значения упругости и растяжимости, обеспечивающие достаточно высокое качество изделий из дрожжевого теста, достигаются при введении порошков из виноградных выжимок в пшеничную муку в пределах 0,7...6,0 % к массе муки. Доля прочно связанной воды в тесте увеличивается, повышается выход продукции, замедляются процессы очерствения и снижается упёк.

Установлено, что тонкодисперсные порошки из выжимок винограда обладают антиоксидантными свойствами, что позволяет рекомендовать их для повышения качества и продления сроков хранения продуктов, содержащих жиры.

Технологическое обоснование производства изделий из бисквитного, песочного и дрожжевого теста с добавками порошков из виноградных выжимок показало, что рациональными концентрациями порошков являются: в бисквитных полуфабрикатах – $3,5 \pm 0,3$ % к массе муки, песочных – $2,5 \pm 0,2$ %, дрожжевых – $3,0 \pm 0,1$ %. При этом возникает возможность экономить яйцепродукты в бисквитном тесте на 10...15 % и сахар до 8 %; сократить длительность брожения дрожжевого теста на 12...30 % в зависимости от вида применяемого порошка, либо уменьшить количество закладываемых дрожжей на 10...25 %.

Как показали результаты исследований сроки хранения бисквитных полуфабрикатов с добавлением порошков увеличиваются на 20...40 ч, песочного печенья, содержащего 25 % жира, – на 8...15 суток, хлебобулочных изделий – на 20 ч.

Таким образом, благодаря высокому содержанию биологически активных веществ, сырье растительного происхождения в сочетании с традиционными ингредиентами мучных изделий, может повысить пищевую ценность продукции, придавая ей лечебно-профилактические свойства.

Список литературы:

1. Гудковский, В.А. Антиокислительные (целебные) свойства плодов и ягод и прогрессивные методы их хранения // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 4. – С. 13-19.
2. Могильный, М.П. Свойства фенольных антиоксидантов // Труды 3-й Междунар. науч.-практ. конф. «Продовольственный рынок и проблемы здорового питания». – Орел: ГТУ. – 2000. – С. 246-247.
3. Биологически активные криас-добавки в новом поколении продуктов питания с повышенной биологической ценностью / Под ред. Ю.Л. Гальчинецкой. – Харьков: НПП «Криас-1», 2000. – 89 с.

УДК 637.523

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН В ТЕХНОЛОГИИ РУБЛЕННЫХ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Р.Ю. Кролева, студентка,

А.П. Донец, ст. преп., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: APDonets@sevsu.ru

Анализ фактического питания населения России показывает, что структура питания не соответствует современным представлениям нутрициологии, питание характеризуется повышенной калорийностью, недостаточным или несбалансированным потреблением макро- и микронутриентов. Проблема коррекции пищевого статуса заключается в том, что в последние годы с изменением условий и образа жизни большей части населения произошло объективное снижение потребности в энергии, и, следовательно, в объеме потребляемой пищи, а физиологическая потребность в микронутриентах практически не изменилась. Другой важный тренд последних лет в питании – всё большее употребление полуфабрикатов. Ускоряющийся темп жизни все меньше времени оставляет на приготовление пищи.

В целях обеспечения населения полноценными сбалансированными продуктами питания необходимо использовать не только традиционное сырье, но и различные культуры, обладающие высокой пищевой ценностью и биологической активностью.

Особенности питания современного человека и широкое распространение высококалорийных пищевых продуктов постепенно привели к дефициту в питании грубоволокнистых балластных веществ. Отсутствие пищевых волокон в рационе может вызвать развитие ряда заболеваний, таких как рак толстой кишки, синдром раздраженного кишечника, желчнокаменная болезнь, сахарный диабет, ожирение, атеросклероз, варикозное расширение и тромбоз вен нижних конечностей и многое другое. Пища, бедная пищевыми волокнами, медленно продвигается по пищеварительному тракту, застаивается в нижних отделах кишечника. При этом образуются токсины, всасывающиеся в кровь и отравляющие организм.

Клетчатка в смеси с гемицеллюлозой усиливает перистальтику кишечника, нормализуя продвижение пищи по тракту, стабилизирует холестериновый обмен, связывая жирные кислоты, улучшает микрофлору кишечника, восстанавливает функцию печени [3].

В последние годы в рационе питания человека отмечается недостаток потребления грубоволокнистой растительной пищи, так называемых пищевых волокон (ПВ). Пищевые волокна влияют на обмен липидов, углеводов, аминокислот, белков, минеральных веществ, регулируя состояние здоровья человека. Они выводят из организма

вредные вещества, в том числе токсичные элементы, нитраты, нитриты, пестициды, фенолы и др. В ходе проведенных исследований были изучены органолептические и функционально-технологические свойства клетчатки пшеничной, ячменной и ржаной. Наиболее важными функционально-технологическими свойствами пищевых волокон для использования в мясной промышленности являются влагоудерживающая и жирудерживающая способность.

Клетчатка – это целлюлоза, состоящая из молекул глюкозы, соединенных между собой химической связью и образующих сетчатую структуру. Благодаря тому, что сетка имеет волокнистую структуру, происходит равномерное распределение связанной влаги. Если волокна не полностью насыщены, то они впитывают несвязанную влагу, находящуюся в окружающей среде. Этот эффект можно использовать, например, в сосисках, упакованных под вакуумом [3].

Поскольку на гидроксильных группах целлюлозы связываются отдельные молекулы воды (а не капли), то при замораживании готового продукта они не кристаллизуются, а при размораживании кристаллики льда не разрушают структуру мясного белка. Добавление всего 1,0 % пшеничной клетчатки к продукту значительно повышает влагосвязывающую способность фарша. Поскольку жидкости транспортируются в сердцевину волокон целлюлозы по капиллярам, консистенция не подвергается никакому отрицательному воздействию и таким образом обеспечивается стабильность продукта [1-3].

Пшеничная клетчатка способна связывать до 7 % влаги, что придает необходимую структуру фаршу. Способность к влагосвязыванию определяется длиной волокна – чем она выше, тем больше гидратация, то есть чем глубже капилляр, тем больше сможет клетчатка принять на себя воды.

Еще одним преимуществом пшеничной клетчатки является ее термостабильность. Даже при высоких температурах и больших силах разрыва в куттере не обнаруживается никаких изменений цвета или подгорания [2, 3].

В отличие от гидроколлоидов, клетчатка неразстворима в воде. Это свойство клетчатки является ценным, например, при ее применении в сосисках или сардельках, чтобы предотвратить деформацию продукта при вторичном нагревании.

Исследовано влияние клетчатки пшеничной, ячменной, ржаной на органолептические и функционально-технологические показатели колбасок для гриля.

Для проведения исследований были подобраны один контрольный и четыре экспериментальных образца колбасок для гриля. Рецептурный состав рассчитывался исходя из требований, предъявляемых к качеству и безопасности рубленых полуфабрикатов, и рекомендационных дан-

ных по использованию клетчатки пшеничной, ячменной и ржаной. На первом этапе моделировали рецептурный состав колбасок для гриля с клетчаткой пшеничной, ячменной и ржаной. Далее проводили выработку модельных образцов и сравнительную дегустационную оценку.

Анализ результатов дегустационной оценки качества свидетельствует об улучшении органолептических показателей мясных рубленых полуфабрикатов с пшеничной клетчаткой. Результаты оценки представлены на рис. 1.

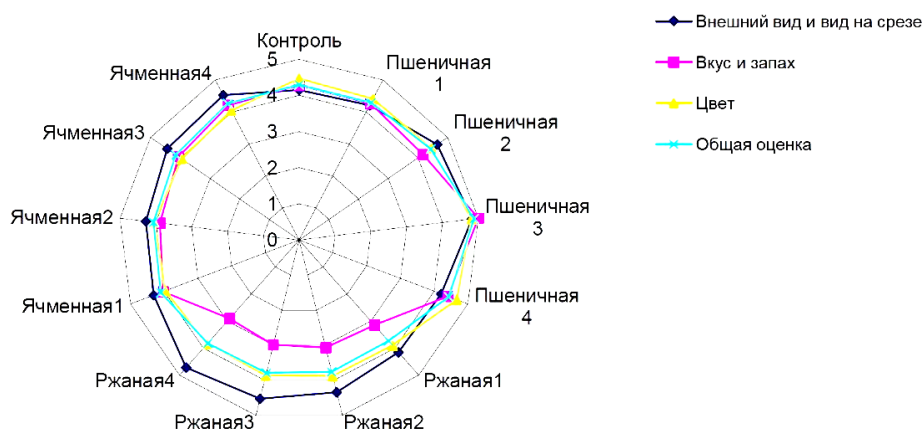


Рис. 1. Результаты дегустационной оценки качества мясных рубленых полуфабрикатов с добавлением клетчатки

Исследования влияния клетчатки пшеничной на функционально-технологические показатели мясных рубленых полуфабрикатов позволили установить, что при ее введении в мясные полуфабрикаты увеличивается влагосвязывающая и жиродерживающая способность полуфабрикатов, а также повышается качество готовых мясных рубленых изделий. При этом снижаются потери при тепловой обработке.

Реологические исследования рубленого фарша для определения эффективной вязкости проводили с использованием ротационного вискозиметра «Реотест-2». Идея ротационных вискозиметров заключается в том, что меру сопротивления сдвиговому течению можно определить, измеряя крутящий момент и угловую скорость при относительном вращении, например, коаксиальных (соосных) цилиндров, в зазоре между которыми находится вязкая жидкость [1]. Полученные значения эффективной вязкости при скорости сдвига 1

об/мин относили к содержанию сухих веществ в 100 г продукта. При $\dot{\gamma} = \text{const}$ коэффициент динамической вязкости определяли по формуле Маргулеса:

$$\eta = \frac{M}{\omega} \cdot \frac{R_H^2 - R_B^2}{R_H^2 \cdot R_B^2} \cdot \frac{1}{2\pi L},$$

где R_B – радиус внутреннего цилиндра, м; R_H – радиус внешнего цилиндра, м; M – крутящий момент, приложенный к внешнему цилиндру, Н·м; ω – угловая скорость наружного цилиндра, рад⁻¹; L – высота слоя между цилиндрами, м.

Проведенные исследования позволили установить, что клетчатка пшеничная является хорошим структурообразующим компонентом для рубленых мясных изделий, который способствует обогащению пищевыми волокнами, улучшению качества и потребительских свойств полуфабрикатов и готовой продукции.

Список литературы:

1. Доня, Д.В. Инженерная реология: учебное пособие / Д.В. Доня, А.А. Леонов // Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2008. – 123 с.
2. Рогов, И.А. Химия пищи / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Н.И. Дунченко – М.: КолосС, 2007 – 853 с.
3. Миколайчик, И.Н. Технологические основы переработки мяса. Учебное пособие / Л.А. Морозова, А.В. Ильтяков, В.В. Прянишников – Курган: изд-во Курганской ГСХА, 2016. – 366 с.

УДК 664.346

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЦЕПТУРНОГО СОСТАВА МАЙОНЕЗНЫХ СОУСОВ

Н.В. Молчанов, студент,

А.П. Донец, ст. преп., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: APDonets@sevsu.ru

Пахта (Пахтанье) – биологически активный обезжиренный продукт густой сметанообразной консистенции с острым привкусом, получаемый как остаток после сбивания сливочного масла или в результате добавления в нежирное молоко специальных штаммов бактерий, преобразующих природные сахара субстрата в молочную кислоту. Пахта достаточно широко используется в ряде стран с развитой молочной промышленностью для производства различных диетических натуральных и кисломолочных напитков, а также их разнообразных подвидов с наполнителями и ароматизаторами, сухих и сгущенных концентратов, детского питания и добавок в пищевые продукты [1, 2].

Белки пахты денатурируются при нагревании до 70–80°C так, что продукт теряет почти все свои полезные свойства, поэтому чаще всего его добавляют в выпечку быстрого приготовления совместно с содой (оладьи, блины), холодные супы (окрошку), заправки для салатов и мороженое. Пахта содержит молочные сахара (до 5 %), белки (3,5 %), жиры (не более 0,5 %), органические кислоты (в основном молочная кислота), минеральные вещества (калий, магний, фосфор, кальций, натрий, железо), витамины (В, Е, А, РР, D, биотин, холин) и фосфатиды, включая значительное количество лецитина, регулирующего липидный обмен в организме.

Энергетическая ценность пахты составляет всего лишь около 33 ккал в 100 г, при этом ее биологическое значение очень высоко: много белка, немного жира, витамины, микроэлементы и фосфолипиды делают продукт важным элементом сбалансированного питания. Фосфолипиды играют первостепенное значение в нормализации жирового и холестеринового обмена, оказывают противовосклеротическое действие и улучшают состояние при сердечно-сосудистых заболеваниях.

Белки пахты, как и цельного молока, представлены казеинами и сывороточными белками: казеин – 2,7–2,9%, лактоальбумины – 0,4%, лактоглобулины – 0,1–0,35%. В пахту переходит значительное количество фосфолипидов и 17–21% холестерина. Их здесь в 1,4 раза больше, чем в цельном молоке и в 11 раз больше, чем в обезжиренном. По мнению ряда исследователей, в состав фосфолипидов входят нейтральные липиды и фосфатидные кислоты: фосфатидилэтанолламин, фосфатидилсе-

рин, фосфатидинозитол, сфингомиелин, лизофосфатидилхолин и фосфатидилхолин. На долю холинсодержащих соединений приходится от 42 до 52% от общего количества фосфолипидов [1].

Пахта обогащается летучими жирными кислотами: муравьиной, уксусной, пропионовой и масляной, а также кислотами с конъюгированными связями: диеновыми, триеновыми и тетраеновыми. Их содержание зависит от способа сбивания. В количественном отношении летучие жирные кислоты в сливках, масле и пахте распределяются следующим образом: уксусная кислота, которая является во всех продуктах доминирующей, составляет 55,37–85,24%, масляная кислота – 7,18–39,40%, муравьиная – 2,62–10,71% и пропионовая кислота – 0,47–0,77% [2].

Все эти данные позволяют утверждать, что пахта является ценным молочным полуфабрикатом с широким спектром применения. Нами было изучено получение стойких эмульсий смеси растительных жиров и пахты для получения майонезных соусов. Важной проблемой в производстве майонеза является замена в рецептурах яичного желтка или порошка – основного эмульгирующего и структурирующего компонента эмульсий. Это связано с тем, что данный вид сырья неблагоприятен в бактериальном отношении из-за часто встречающихся в нем возбудителей пищевых токсикоинфекций из рода *Salmonella*, а также наличия холестерина, который может нанести вред здоровью человека, следовательно, замена яйцепродуктов в рецептуре майонеза и майонезного соуса является актуальной [3].

На первом этапе с помощью метода линейного программирования были рассчитаны композиционные смеси пахты и сухих яичных продуктов. За контрольный образец принимали майонез с массовой долей жира не менее 67% по ГОСТ 31761–2012. Для выбора и подтверждения оптимального соотношения пахты и жировой фракции были проведены физико-химические и функционально-технологические исследования модельных образцов.

Эмульсии, приготовленные простым смешиванием масла с водой, обычно быстро расслаиваются. Но их можно сделать значительно более стойкими, если предварительно к воде прибавить некоторые вещества, называемые эмульгаторами [3]. В качестве эмульгаторов (т.е. веществ, сообщающих эмульсиям стойкость) служат белки пахты.

Для подтверждения работы эмульгаторов в эмульсионной системе определяли стойкость эмульсии.

Одним из самых важных свойств стабилизаторов для данной системы является способность стабилизировать эмульсии. Для проверки стабилизирующего действия пахты в прямых эмульсиях были созданы модели эмульсий, содержащие

Таблица 1 – Результаты стабильности модельных образцов эмульсий

Пахта, % Масло, %	Стабильность эмульсии				
	10	20	30	40	50
30	не стабильна	не стабильна	не стабильна	не стабильна	не стабильна
40	не стабильна	не стабильна	не стабильна	стабильна	не стабильна
50	не стабильна	стабильна	стабильна	стабильна	не стабильна
60	стабильна	стабильна	стабильна	стабильна	не стабильна
70	стабильна	не стабильна	не стабильна	стабильна	не стабильна
80	не стабильна	не стабильна	не стабильна	не стабильна	не стабильна

Показателем стойкости эмульсии майонезов служит количество жира, выделившегося из майонеза при сильном механическом и тепловом воздействии. Определение стойкости эмульсии майонеза производят в два приема. Центрифужную пробирку вместимостью 10 мл заполняют до верхнего деления майонезом, помещают в центрифугу и центрифугируют 5 минут со скоростью 1500 об/мин., после чего наблюдают разрушение эмульсии. Далее эту же пробирку помещают в кипящую

пахту и смесь пахты и яичных продуктов в количестве от 0,1 до 0,3 кг и масляную фазу – 30-70% от массы эмульсии. Стабильность модельных эмульсий определяли по количеству не расслоившейся эмульсии при хранении в течение 24 часов. Результаты сведены в табл. 1.

воду на 3 минуты и опять центрифугируют 5 минут со скоростью 1500 об/мин.

Выделившееся в результате механического и теплового воздействия количество жира (стойкость эмульсии в объемных процентах (X_B , %об.) рассчитывают по формуле:

$$X_B = V \cdot 100 / 10,$$

где V – объем не разрушенной эмульсии, см³;

10 – объем пробы продукта, см³.

Результаты приведены на рис. 1.



Рис. 1. Изменения стойкости эмульсии от количества внесенной пахты

В результате анализа динамики изменения перекисного числа и органолептических характеристик в процессе старения продуктов выявлено, что продолжительность хранения майонеза с массовой долей жира 67% при температуре 18°C не должна превышать 25 суток, а майонезного соуса с пахтой – 32 суток, в то время как срок годности контрольного образца майонеза – 28 суток, майонезного соуса с пахтой – до 37 суток.

Список литературы:

1. Богатова, О.В. Химия и физика молока / О.В. Богатова, Н.Г. Догарева // Учеб. пособие. – Оренбург: ГОУ 2004. – 137 с.
2. Храмцова, А.Г. Промышленная переработка вторичного молочного сырья / А.Г. Храмцова, С.В. Василисин. – М.: ДеЛиПринт, 2003. – 100 с.
3. Паронян, В.Х. Технология жиров и жирозаменителей / В.Х. Паронян. – М.: ДеЛиПринт, 2006. – 760 с.

Использование в производстве дополнительных источников натуральных эмульгаторов и стабилизаторов для производства майонезных соусов позволит: расширить ассортимент майонезов и майонезных соусов для здорового питания; уменьшить дефицит в питании населения в полиненасыщенных жирных кислотах и полноценных белках.

УДК 657.3.006.015

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПЛАВЛЕННЫХ ПАСТООБРАЗНЫХ СЫРОВ, РЕАЛИЗУЕМЫХ В ТОРГОВОЙ СЕТИ ГОРОДА СИМФЕРОПОЛЯ

Ю.Е. Лапченко-Врублевская, студентка,

О.В. Светличная, ст. преп., научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: ov_svetlichnaya1989@mail.ru

Плавленные сыры – это молочный продукт, который вырабатывается из сычужных сыров, сыров для плавления, творога, масла, других молочных продуктов с добавлением специй и наполнителей путем плавления сырной массы при температуре 75-95 °С.

Плавленные сыры имеют высокую пищевую ценность. При потреблении 100 граммов плавленого сыра суточная потребность человека в незаменимых аминокислотах удовлетворяется на 30-40 %.

Хорошая растворимость и однородность структуры плавленных сыров способствует быстрому их усвоению, а малая нагрузка для желудочно-кишечной системы является важным достоинством, особенно для питания детей и пожилых людей [1].

В зависимости от способов приготовления и фасовки принято выделять ломтовые, колбасные, пастообразные, сладкие, консервные сыры и «сыры к обеду» – плавленные сыры для приготовления первых блюд.

Зачастую плавленные сыры используются в качестве дополнения к бутербродам или, в случае со сладкими плавлеными сырами, в качестве десерта.

Первый пик производства плавленных сыров в России пришелся на конец 1980-х годов, когда был зафиксирован максимум объемов выпуска этой продукции – 172 тысячи тонн.

Но на смену взлетам приходят и падения: сложная экономическая ситуация в стране привела к тому, что с 1990-го по 2000 год наблюдался стабильный спад объемов производства. Период с 2000-го и вплоть до кризисного 2008 года был отмечен ростом выпуска этой продукции. При этом в 2006 году был побит рекорд – объем производства составил 178 тысяч тонн, а в 2007 году он достиг уже 190,7 тысячи тонн.

С точки зрения географии производства плавленого сыра в Российской Федерации лидирующие позиции занимает Центральный федеральный округ (ФО), на долю которого приходится 78 % общего объема выпуска этой продукции.

По итогам 2016 года на территории Центрального ФО было произведено 73 589 тонн плавленого сыра. Вторую и третью позицию занимают Северо-Западный и Южный ФО с объемами производства соответственно 5981 и 5927 тонн.

Объем российского рынка плавленого сыра по итогам 2015 года составил 20 668 млн. рублей.

По данным экспертов Credinform, в 2016 году этот показатель снизился до 18 397,6 млн. рублей. При этом наблюдается сокращение внутреннего производства и увеличение доли импортной продукции, так как потребитель склонен не доверять отечественным производителям [2].

Это говорит о том, что существует проблема относительно качества и безопасности плавленных сыров, особенно по содержанию в них токсичных элементов. С целью снижения себестоимости плавленого сыра производители используют растительное масло и различные химические добавки.

Поэтому целью работы является проведение исследования качества плавленого пастообразного сыра «Янтарь» и определения недобросовестных производителей, которые выпускают фальсифицированную продукцию.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи: провести исследования упаковки и маркировки, органолептических и физико-химических показателей качества плавленого сыра.

Оценка качества проводилась согласно ГОСТ 31690-2013 «Сыры плавленные. Общие технические условия» [3]. Для проведения исследования были выбраны 5 образцов плавленого пастообразного сыра, которые реализуются в торговой сети города Симферополя, а именно сыр следующих торговых марок:

Образец № 1 – Сыр плавленый Янтарь ТМ «Витако» (производитель ООО «Торговый дом Сыровит», г. Волгоград, Россия);

Образец № 2 – Сыр плавленый Янтарь ТМ «Главплавыр» (производитель ООО «Краснобаковские Молочные Продукты», г. Нижний Новгород, Россия);

Образец № 3 – Сыр плавленый Янтарь ТМ «Карат» (производитель Московский завод плавленных сыров ОАО «Карат», г. Москва, Россия);

Образец № 4 – Сыр плавленый Янтарь ТМ «Росагроэкспорт» (производитель ООО «РосАгроКомплекс», Пушкинский район, Московская обл., Россия);

Образец № 5 – Сыр плавленый Янтарь ТМ «Сыробогатов» (производитель Компания «Вологда ОПТ Торг», г. Санкт-Петербург, Россия).

Исследование качества данной продукции осуществлялось в несколько этапов.

На первом этапе был проведен анализ упаковки и маркировки плавленых сыров ранее выбранных производителей.

Как известно, маркировка имеет важное значение для потребителей, поскольку содержит полную информацию о производителе, несет в себе качественные и количественные характеристики товара, дает возможность идентифицировать товар или отдельные его свойства, а также позволяет приобрести качественную, не фальсифицированную продукцию.

Проведенный анализ потребительской тары продукции показал, что все исследуемые образцы имеют целую, неповрежденную герметичную упаковку.

Упаковка всех образцов состоит из устойчивой к механическим повреждениям полиэтиленовой коробочки с герметично наклеенной фольгой и закупоренной крышкой.

Следует отметить, что таким образом производители заботятся о сохранении качества своей продукции, ведь такой вид упаковки повышает органолептические показатели данного продукта.

Следующим этапом было определение органолептической оценки качества плавленых сыров. Исследование проводилось при температуре воздуха в помещении 20 ± 2 °C и температуре анализируемого продукта 18 ± 2 °C.

В результате исследований было установлено, что консистенция всех проверенных образцов была однородная, нежная, пластичная и кремообразная, что полностью отвечает требованиям стандарта.

Отмечено, что в образцах № 1 (ТМ «Витако»), № 3 (ТМ «Карат») и № 4 (ТМ «Росагроэкспорт») присутствует заметный розовый оттенок, что свидетельствует о наличии большого количества красителей в продукте.

Результаты исследования вкуса и аромата показали, что только два образца (№ 2 – ТМ «Главплавсыр» и № 5 – ТМ «Сыробогатов») полностью отвечают требованиям стандарта, а именно обладают сырным, характерным данному виду продукта вкусом и запахом, не имея посторонних привкусов. У остальных образцов были от-

мечены дефекты. Так в образцах № 1 (ТМ «Витако») и № 3 (ТМ «Карат») присутствует посторонний горький привкус в послевкусии. А образец № 4 (ТМ «Росагроэкспорт») имеет слабый привкус окисленного жира.

Далее образцы плавленых сыров оценивались по физико-химическим показателям качества. Они были исследованы на содержание массовой доли влаги и поваренной соли.

Опираясь на требования, установленные ГОСТ 31690-2013, массовая доля влаги должна находиться в пределах 30-70 % [3].

Полученные результаты показали, что все представленные образцы соответствуют установленным требованиям и находятся в пределах нормы по этому показателю.

Исследуя образцы на содержание поваренной соли, можно отметить, что в образце № 3 (ТМ «Карат») данный показатель составляет 5,2 %, что превышает норму, установленную в нормативном документе (в соответствии с ГОСТ 31690-2013 содержание поваренной соли должно находиться в пределах 2,0-4,0%).

Это говорит о том, что производитель таким способом пытается продлить срок хранения продукта. В образцах № 1 (ТМ «Витако») и № 4 (ТМ «Росагроэкспорт») содержание поваренной соли немного занижено и составляет 1,8 и 1,6 % соответственно.

Анализируя выше проведенные исследования, следует отметить, что не все образцы плавленого сыра производятся в соответствии с требованиями действующего стандарта и имеют недопустимые дефекты показателей качества.

Так в образцах № 1 (ТМ «Витако»), № 3 (ТМ «Карат») и № 4 (ТМ «Росагроэкспорт») присутствует посторонний привкус, не свойственный данному виду продукта. А в образце № 3 (ТМ «Карат») показатель содержания поваренной соли превышает норму.

Поэтому только два образца, а именно № 2 (ТМ «Главплавсыр») и № 5 (ТМ «Сыробогатов») соответствуют требованиям межгосударственного стандарта по показателям качества и являются самими настоящими плавлеными сырами.

Список литературы:

1. Тимофеева, В.А. Товароведение продовольственных товаров / В.А. Тимофеева. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2005. – 417 с.
2. Андрейченко, О. Сырок, как много в этом слове для сердца русского. Обзор российского рынка плавленого сыра / О. Андрейченко // Russian food & drinks market magazine. – 2016. – № 1.
3. ГОСТ 31690-2013. Сыры плавленые. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ. – 2013. – 20 с.

УДК 637.52

ТЕХНОЛОГИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ МЯСОРАСТИТЕЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ

А.А. Шумейко, студентка,

Н.И. Покинтелица, проф., д-р техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: NIPokintelitsa@sevsu.ru

Согласно теории сбалансированного питания, в организм человека должны поступать вещества с определенным молекулярным составом, который восполняет возникающие потери в связи с выполняемой работой и обменом веществ.

Базой данной теории являются разработанные нормы потребления пищевых веществ, учитывающие особенности питания различных групп населения и другие факторы. При этом к показателям, которые являются нормируемыми, можно отнести углеводы, белки, жиры, витамины, минеральные вещества, поддерживающие кислотно-щелочное равновесие в организме и оказывающие большое влияние на обмен веществ [1].

Как было установлено исследованиями, проведенными ранее, значительная доля компонентов, поддерживающих организм человека на сбалансированном уровне, имеет животное происхождение [2]. При этом доля белков животного происхождения должна составлять 15-20 % общего уровня калорийности, сложных углеводов - 62 %.

Важной задачей обеспечения рационального питания является введение в рацион питания необходимого количества витаминов группы В и витамина С, оказывающих на организм человека благоприятное действие профилактического и общеукрепляющего характера.

Таким образом, к функциональным можно отнести пищевые продукты, систематическое употребление которых позволяет сохранить здоровье человека на должном уровне, снижая при этом риск получения и развития различных заболеваний.

При разработке рецептов и технологий производства пищевых продуктов функционального назначения главная роль принадлежит ингредиентам комплексного направления, являющихся биологически и физиологически активными, безопасными, с научно обоснованными физико-химическими свойствами, позволяющими сохранить и улучшить здоровье человека.

Одним из направлений создания функциональных пищевых продуктов является обогащение традиционных продуктов питания одним или несколькими функциональными ингредиентами. При этом необходимо соблюдать условия совместимости и биоусвояемости вводимых веществ [1].

Повышение усвояемости мясных продуктов достигается комбинированием пищевых ингредиентов на основе мяса с различными видами растительного сырья. Использование в качестве сырья овощей приводит к обогащению готовых изделий необходимым набором микро- и макроэлементов при одновременном снижении калорийности [2].

Комбинированные мясорастительные продукты, при создании которых изделия получают необходимые функциональные и технологические свойства, имеют и определенный химический состав. Учитывая тот фактор, что химический состав овощного сырья имеет разнообразное содержание и характер взаимодействия с мясными ингредиентами, необходимым условием получения продуктов питания с функциональными признаками является всестороннее исследование процентного соотношения вводимых веществ.

В процессе производства комбинированных мясных продуктов овощное сырье в измельченном виде играет роль наполнителя. При этом важной задачей является определение влияния наполнителя на процессы структурообразования, физико-химического взаимодействия на границе раздела фазовых составляющих.

Установлено, что в мясных комбинациях с сырыми овощными ингредиентами образуются нерастворимые белково-полисахаридные соединения, имеющие свойства повышенной влаго- и жиросвязывающей способности. Последующая тепловая обработка сопровождается гелеобразованием пектиновых соединений.

При использовании овощных наполнителей наблюдается развитие процесса деструкции протопектинового состава с образованием студневого остова. Доля пектина в комплексе достаточно мала, но в результате физико-химического взаимодействия ингредиентов в сложной, комбинированной системе процесс гелеобразования становится возможным [2].

Степень образования нерастворимых комплексов между нерастворимыми белками мяса и гемицеллюлозами и целлюлозой овощей уменьшается из-за снижения массовой доли гемицеллюлоз в результате деструкции их при гидротермической обработке [2, 3].

Указанные процессы приводят к упрочнению структурных параметров комбинированных мясных систем с бланшированными овощами, что сопровождается также улучшением функционально-

технологических свойств исследуемых комплексов.

Предлагается использование различных компонентов растительного происхождения, а именно овощей (моркови, свеклы, картофеля, капусты белокочанной и цветной, тыквы) для получения колбасных мясорастительных продуктов питания.

Для создания сбалансированного состава продуктов необходимо решение задачи определения рационального соотношения компонентов получаемого состава с одновременным обеспечением высоких потребительских свойств и приемлемой цены готовых изделий.

Доля растительных составляющих лимитируется 8...12 % от массы мясных ингредиентов. Данное соотношение обосновано необходимостью получения продуктов определенных прочностных характеристик и вкусовых качеств [2].

Моделирование рецептуры комбинированных продуктов, содержащих в своем составе сырье растительного и животного происхождения, позволяет не только разрабатывать многокомпонентные пищевые системы, с помощью которых можно корректировать пищевые рационы, но и использовать различные композиции, как для массового, так и лечебно-профилактического питания.

Как показывают результаты исследований добавление овощных компонентов улучшает микробиологические, физико-химические и органолептические показатели вареных колбас. Данный эффект можно объяснить уменьшением количества свободной влаги в результате ее взаимодействия с белками мяса, что и предопределяет изменение скорости окислительных, гидролитических и микробиологических процессов. Это приводит также к увеличению сроков и изменению режимов хранения готовой продукции.

Можно отметить, что применение овощных добавок в комбинированных мясоовощных продуктах снижает отрицательное воздействие окислительных и ферментативных процессов, развитие которых зачастую приводит к резкому ухудшению потребительских качеств продуктов при хранении и сопровождается порчей готовых изделий.

Предлагаемые рецептуры мясоовощных изделий направлены и на снижение калорийности, обеспечивая при этом необходимый витаминно-элементный состав.

Показатели качества продуктов питания в значительной степени определяются их микробиологической оценкой.

Известно, что перечень нормированных групп микроорганизмов определяется на основе учета химического состава входящих в продукт ингредиентов, принятой технологии изготовления, условий и длительности хранения. К тому же, микробиологические показатели являются составной частью комплексной оценки качества и безопасности продуктов питания.

Была установлена возможность направленного регулирования структурного состава комбинированных мясоовощных систем: в качестве разрыхлителей были использованы сырые овощи (тыква, морковь, свекла), для повышения вязкости – бланшированный картофель.

При подготовке овощей для получения мясоовощных комплексов корнеплоды подвергаются очистке и тщательно вымываются. Затем подвергаются бланшированию и измельчению, либо только измельчению. Данные операции оказывают влияние на процессы структурообразования комбинированных мясных продуктов и качество готовых изделий.

Разработанные рецептуры позволяют повысить выход изделий на 2...5 %, обеспечивая при этом приемлемые органолептические показатели. При этом определены показатели массы овощных включений: в вареные колбасы – до 9 %, ливерные и паштеты – до 13 % к массе мяса.

В результате исследований была рекомендована продолжительность бланширования овощного сырья, которая составила 7-8 минут. Овощные составляющие необходимо вводить в середине куттерования фарша вареных колбас и в конце куттерования сырья ливерных колбас.

Установлено, что колбасные изделия с овощными добавками имеют более высокую биологическую ценность по сравнению с традиционными колбасами. Данный эффект объясняется повышением глубины ферментативного гидролиза на 3...7 % и коэффициента эффективности белка на 13 %.

Таким образом, использование рецептуры комбинированных продуктов, содержащих в своем составе сырье растительного и животного происхождения, позволяет разрабатывать многокомпонентные пищевые составы для массового и лечебно-профилактического питания.

Список литературы:

1. Кудряшева, А.А. Влияние питания на здоровье человека / А.А. Кудряшева // Пищевая промышленность. – 2004. – № 12. – С. 88-90.
2. Винникова, Л.Г. Технология мяса и мясных продуктов / Л.Г. Винникова. – Киев: Инкос. – 2006. – 600 с.
3. Спиричев, В.Б. Обогащение пищевых продуктов микронутриентами: научные подходы и практические решения / В.Б. Спиричев, Л.М. Шатнюк, В.М. Позняковский // Пищевая промышленность. – 2002. – № 3. – С. 10-16.

УДК 664.3-021.4

ТОВАРОВЕДЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБРАЗЦОВ СЛИВОЧНОГО МАСЛА

Е.В. Точилина, студентка,

О.В. Светличная, ст. преп., научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: ov_svetlichnaya1989@mail.ru

Сливочное масло – высококалорийный, питательный продукт с высоким содержанием жира. В нем содержатся жирорастворимые (Д; Е; К) и водорастворимые (С; РР; В) витамины. Содержание витамина А в нем составляет свыше 60 %, каротина – 40-42 %, в то время, как содержание каротина в моркови составляет 3-12 %).

В сливочном масле содержится огромное количество селена, который является мощным антиоксидантом, очищающим организм. Масло богато йодом, который нормализует деятельность щитовидной железы.

Масляная кислота (C_3H_7COOH), содержащаяся в этом продукте, имеет мощные антиканцерогенные свойства, а также питает и стимулирует кишечник. Олеиновая кислота в составе сливочного масла нормализует количество холестерина в крови, способствует нормализации обмена веществ и жирового обмена в организме, обладает противораковым свойством.

Сливочное масло при введении его в правильно составленную диету даже у больных атеросклерозом понижает концентрацию общего жира в сыворотке крови [1].

Покупая в магазине масло, редко кто из потребителей задумывается, насколько информация на этикетке является достоверной.

Настоящее сливочное масло согласно ГОСТу производится исключительно из молочных жиров, при этом используются коровье молоко, сливки и другие продукты переработки молока. Традиционное масло должно содержать в себе не менее 72,5% жира.

В процессе производства масла вода выпаривается, но производитель может оставить в нем больше влаги, чем этого требует стандарт. Это и приводит к снижению содержания жира и, соответственно, уменьшает стоимость масла. В конечном счете, страдает потребитель: пусть в случае с обычным бутербродом разница между «любительским» и традиционным маслом будет заметна только гурманам, но при создании сложного кондитерского изделия недостаточная жирность масла легко может стать причиной неудавшегося блюда.

Поэтому, если в масло добавлены жиры немолочного происхождения, в частности растительные, то это уже совершенно другой продукт, а именно «спред» или маргарин. В общем-то, и спреды имеют право на существование, но лишь в

том случае, когда производитель честно говорит о том, что это именно спред, а не масло сливочное.

Наличие в составе пальмового, арахисового, кокосового масла или так называемого заменителя молочных жиров обязательно должно сопровождаться надписью «маргарин» или «спред» на упаковке [2, 3].

Именно поэтому, целью данной работы является исследование качества пяти образцов сливочного масла «Крестьянское», которое пользуется широким спросом у населения и реализуется на потребительском рынке города Севастополя.

Согласно цели были поставлены следующие задачи: определить соответствие маркировки, провести исследования органолептических и физико-химических показателей, а именно: определение массовой доли влаги, массовой доли титруемых кислот и термоустойчивости.

В данной работе представлена товароведческая характеристика и отражены результаты исследования качества масла сладко-сливочного несоленого «Крестьянское» различных производителей.

Оценка качества масла проводилась согласно ГОСТ 32261-2013 «Масло сливочное. Технические условия».

В качестве объекта исследования было выбрано пять образцов масла различных производителей, реализуемых в торговой сети. Выборка включила в себя наиболее популярные у жителей города Севастополя торговые марки.

№ 1 – Масло сливочное крестьянское «Вкуснотеево» 72,5 % (производитель ООО «Молочный комбинат «Воронежский», г. Воронеж, Россия);

№ 2 – Масло сладко-сливочное крестьянское «Крымский молочник» 72,5 % (производитель ООО «Крымский молочник», пгт Красногвардейское, Крым, Россия);

№ 3 – Масло крестьянское «Коровка из Кореновки» 72,5 % (производитель ЗАО «Кореновский молочно-консервный комбинат», г. Кореновск, Россия);

№ 4 – Масло крестьянское сладко-сливочное несоленое «Солнечная долина» 72,5 % (производитель ООО «Лав-Продукт», г. Химки, Россия);

№ 5 – Масло крестьянское сливочное «Экомилк» 72,5 % (производитель ЗАО «Озерецкий молочный комбинат», с. Озерецкое, Московская обл., Россия).

Стоимость одной упаковки масла на момент закупки составила: масло «Вкуснотеево» –

109 руб. за 180 гр.; «Крымский молочник» – 111 руб. за 200 гр.; «Коровка из Кореновки» – 125 руб. за 180 гр.; «Солнечная долина» – 81 руб. за 180 гр.; «Экомилк» – 79 руб. за 200 гр.

Данные образцы были исследованы по стандартным органолептическим (внешний вид и консистенция, цвет, вкус и запах) и физико-химическим (массовая доля влаги, титруемая кислотность и термоустойчивость) показателям качества.

Во время исследования маркировки и упаковки масла согласно ГОСТ 32261-2013, было отмечено, что все образцы имели полную, четкую информацию по требованиям стандарта. Каждый образец был упакован брикетами в кашированную упаковочную фольгу. На каждой упаковке указана номинальная масса нетто. В образцах № 4 («Солнечная долина») и № 5 («Экомилк») имеются допустимые отклонения массы.

В ходе проведения органолептической оценки качества были исследованы вкус, запах, консистенция и цвет сливочного масла.

Определение органолептических показателей проводилось при температуре воздуха в помещении 18-20 °С и температуре анализируемого продукта 10-12 °С.

Исследования показали, что образцы № 2 («Крымский молочник») и № 3 («Коровка из Кореновки») обладают выраженным сливочным вкусом, имеют привкус пастеризации и не имеют посторонних привкусов и запахов. Эти же образцы имеют хорошую плотную, однородную и пластичную консистенцию.

Образец № 1 («Вкуснотеево») характеризуется выраженным вкусом и запахом, но недостаточно пластичной, слегка матовой консистенцией. Образцы № 4 («Солнечная долина») и № 5 («Экомилк») также имели выраженный сливочный вкус и запах, но консистенция этих образцов была мало рыхлая, слегка матовая, с наличием капелек влаги.

Следующим этапом было проведение исследований по физико-химическим показателям качества. Результаты исследований массовой доли влаги показали, что все представленные образцы сливочного масла соответствуют требованиям ГОСТ 32261-2013 (данный показатель в них не превышает 25 %).

При исследовании титруемой кислотности было установлено, что ее показатель в образце № 1

(«Вкуснотеево») равен 27,1 °Т, в образце № 2 («Крымский молочник») – 24,5 °Т, в образце № 3 («Коровка из Кореновки») – 23,8 °Т. Титруемая кислотность в образцах № 4 («Солнечная долина») и № 5 («Экомилк») составляет 27,8 и 28,1 °Т соответственно.

Из результатов видно, что значение титруемой кислотности превышено в сливочном масле ТМ «Вкуснотеево», ТМ «Солнечная долина» и ТМ «Экомилк».

Это обусловлено тем, что производители нарушают технологию производства, добавляя различные стабилизаторы и другие добавки при производстве масла, которые не указанные на маркировке.

Образцы № 2 («Крымский молочник») и № 3 («Коровка из Кореновки») отвечают показателю титруемой кислотности, который указан в стандарте (не более 26 °Т).

Далее выбранные образцы были исследованы на термоустойчивость.

Показатель термоустойчивости сливочного масла характеризует его способность сохранять форму при комнатной температуре. Было отмечено, что все образцы отвечают требованиям действующего стандарта по данному показателю качества и его значение находится в пределах 0,86 – 1,0.

Проанализировав полученные данные, можно отметить, что не все производители сливочного масла придерживаются требований ГОСТ 32261-2013 при выработке данного продукта.

Установлено, что по органолептическим показателям отличную оценку получили образцы № 2 («Крымский молочник») и № 3 («Коровка из Кореновки»).

Наиболее низкую оценку (удовлетворительно) по данным показателям получили образцы № 4 («Солнечная долина») и № 5 («Экомилк»).

Итак, по результатам проведенных исследований можно сделать общий вывод, что только два образца, а именно № 2 («Крымский молочник») и № 3 («Коровка из Кореновки») соответствует требованиям межгосударственного стандарта по показателям качества.

Список литературы:

1. Степаненко, П.П. Микробиология молока и молочных продуктов / П.П. Степаненко. – М.: Лира, 2002. – 413 с.
2. Егоров, А.А. Современные методы анализа в пищевой промышленности / А.А. Егоров, С.А. Хуршудян // Пищевая промышленность. – 2002. – № 9. – С. 68–69.
3. Яшин, Я.И. Хроматографические методы для контроля качества и безопасности пищевых продуктов / Я.И. Яшин, А.Я. Яшин // Пищевая промышленность. – 2005. – №6. – С. 14–15.

РАЗДЕЛ 3. АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ

УДК 62-529

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ВАЛОВ

А.А. Байда, студент

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: gvindore@gmail.com

Задачи повышения надежности автоматизированных комплексов, в том числе и используемых для механической обработки крупногабаритных валов, по-прежнему остаются актуальными. Это объясняется постоянным ужесточением требований к качеству выпускаемой продукции, например: корабельным валам, двигателям и валопроводам, экономичности корабельных двигателей и т.д.. Актуальность задачи кроме этого объясняется необходимостью создания отечественных импортозамещающих судостроительных технологий.[1] Решение указанных задач с минимальными капиталовложениями может быть достигнуто только путем использования современных прикладных программных продуктов, методов обработки результатов измеряемой информации, с совершенствованием методов, а так же алгоритмов идентификации и оценки состояния исследуемых объектов и внедрением в процесс проектирования и создания новых изделий современных средств компьютерного и имитационного моделирования.

Анализируя современную литературу[2] можно сделать вывод о том, что решение указанных задач достигается за счет использования высокоуровневых языков программирования, в таких программных продуктах как Maple, MATLAB, Mathematica.

Для анализа автоматизированного комплекса и определения наименее надежного элемента линии выполнен расчет надежности элементов системы, используя структурную схему в виде графов состояний (Рис. 1) [3]. Для определения наименее надежного элемента использованы формулы расчета коэффициентов надежности элементов. Интенсивность потоков отказов:

$$\lambda_i = \frac{1}{T_i}$$

Список литературы:

1. Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. N 328 "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности"»[Электронный ресурс]// <http://www.government.ru>
2. Умнов А.М., Туриков В.А., Муратов М.Н., Милантьев В.П. Современные численно-аналитические пакеты для сложных инженерно-физических вычислений: Учеб. пособие. – М.: РУДН, 2008. – 154 с.
3. Моделирование автоматизированных производственных систем: монография/В.Я. Копп. - Севастополь: СевНТУ, 2012. -700с.

И интенсивность потоков восстановления:

$$\mu_i = \frac{1}{T_{B_i}}$$

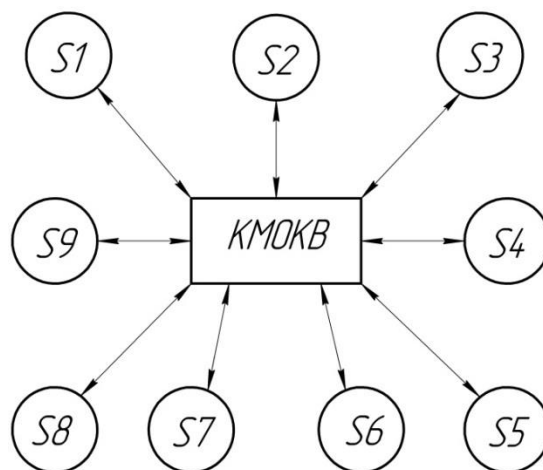


Рисунок 1 – Граф состояний автоматизированного комплекса

С целью выполнения вычислительно эксперимента предлагается использовать универсальный математический пакет Maple компании Waterloo Maple. Аналитические конструкции, которыми манипулирует Maple, позволяет избежать погрешностей неизбежных при численных решениях и получить удобные расчетные зависимости.

В заключении рассматриваются вопросы моделирования и практического внедрения процесса диагностирования элементов автоматизированного комплекса механической обработки крупногабаритных валов.

УДК 538.446

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСШИРЕННОГО ФИЛЬТРА КАЛМАНА В ЗАДАЧАХ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ

А.В. Глобин, студент

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: globinav@rambler.ru

Несмотря на интенсивное развитие робототехнических, микропроцессорных, навигационных и др. систем, а также их математического и информационного обеспечения, задачи оценки ненаблюдаемых состояний мобильных беспилотных роботов не потеряли своей актуальности, особенно в рамках функциональной диагностики в режиме реального времени с выявлением дефектов и мест их локализации [1]. Очевидно, что решение указанных задач связано с использованием дискретного фильтра Калмана.

Обзор научной и технической литературы, например, [3] показал что, несмотря на актуальность вопроса, в открытой печати отсутствует достаточное количество примеров решения указанной задачи, используя расширенный фильтр Калмана (ЕКФ). Большая часть исследований проводилась на примере линейного дискретного фильтра Калмана. На практике динамические системы, применяемые в робототехнике, за редким исключением, не являются линейными. Расширенный метод фильтрации (ЕКФ), описанный в [2], переносит методологию фильтрации Калмана на нелинейные задачи.

Целью работы является исследование поведения, и эффективности расширенного фильтра Калмана в задачах определения истинных ненаблюдаемых значений величин структурных параметров, непосредственно определяющих состояние системы навигации мобильного четырёхколёсного робота в условиях, когда на систему воздействию внешние неконтролируемые возмущения с известными оценками их вероятностных распределений.

Оценка ненаблюдаемых параметров, используя расширенный фильтр Калмана, предполагает решение следующих задач:

1. Определение параметров, описывающих состояние системы навигации на некоторый момент времени, вектор управляющих параметров и набор диагностических (измеряемых) параметров системы.

2. Построение математической модели дискретизированной по времени нелинейной динамической системы.

3. Определение параметров описывающих внешние возмущения, происходящие в системе в виде матриц ковариации шума процесса и ошибки измерения.

4. Синтез математической модели расширенного фильтра Калмана.

В каждый дискретный момент времени математическая модель данного фильтра выполняет следующие действия:

1. Предсказание состояние системы на основе построенной ранее математической модели.

2. Предсказание ковариационной матрицы ошибки оценки вектора состояния.

3. Вычисление коэффициента Калмана, который определяет вклад предсказанного и измеренного вектора состояния системы в оценку приближённую к истинным значениям величин структурных параметров системы.

4. Обновление оценки состояния системы с учётом измерений, предсказанного состояния системы и найденным коэффициентом Калмана.

5. Обновление ошибки ковариации,

Предлагается информационная технология для повышения точности навигации мобильного робота на базе расширенного фильтра Калмана, которая позволяет использовать нелинейную дискретную динамическую модель системы.

Список литературы:

1. Голован А.А Математические основы навигационных систем. Часть II. Приложения методов оптимального оценивания к задачам навигации / Голован А.А., Парусников Н.А. - М.: Издво Моск. Ун-та, 2013
2. .А.А. Дегтярёв,, Элементы теории адаптивного расширенного фильтра Калмана / .А.А. Дегтярёв, // Препринт ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. – М., 2003. – №26. – 35 с.
3. Сурков В. О. Анализ методов диагностирования, используемых в навигационных системах подвижных объектов // Молодой ученый. — 2015. — №15. — С. 190-192.

УДК 621.8

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕРВОПРИВОДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА, ВХОДЯЩЕГО В СОСТАВ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА КОНТАКТНОЙ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ

М.О. Джамалов, студент

Е.В. Пашков, профессор, д.т.н., научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: MemetDzhamalov@gmail.com

Актуальность данной темы заключается в том, что контактная точечная сварка получила значительное распространение во многих отраслях промышленности благодаря высокой производительности, простоте и хорошему техническому дизайну выполняемых соединений. Отраслью промышленности, где использование контактной точечной сварки достигает 90%, является автомобилестроение с использованием промышленных роботов [2].

В настоящее время расширение применения роботов в промышленном производстве обусловлено не только стремлением к повышению производительности, но и насущной необходимостью обеспечить высокое качество продукции и стабильность этого показателя при больших партиях или при частых изменениях объектов производства.

На рисунке 1 представлен общий вид автоматизированного комплекса точечной сварки кузова автомобиля с применением промышленных роботов.

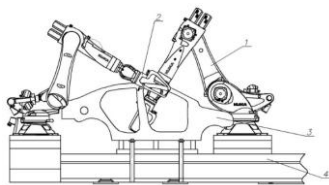


Рисунок 1 – Сварка кузова автомобиля промышленными роботами, где 1 – промышленный робот; 2 – щипцы для точечной сварки; 3 – кузов автомобиля; 4 – транспортер.

Серводвигатель (СД) характеризуется наличием исполнительного двигателя (ИД) и датчика обратной связи (ДОС). Исходя из этого, математическую модель СД можно представить в виде модели двигателя и модели датчика, которые соединены друг с другом по принципу обратной связи.

Математическое описание такого СД базируется на известных законах, в частности, уравнения равновесия Э.Д.С. в обмотках статора и ротора базируются на втором законе Кирхгофа.

Для трехфазного двигателя матричное дифференциальное уравнение может быть представлено в следующем виде:

$$u = r \cdot i + \frac{d}{dt} \Psi, \quad (1)$$

где $u = (u_A, u_B, u_C, u_a, u_b, u_c)^T$ – вектор

мгновенных значений напряжений на зажимах фаз статора и ротора;

$r = \text{diag}(r_A, r_B, r_C, r_a, r_b, r_c)$ – диагональная матрица активных сопротивлений;

$i = (i_A, i_B, i_C, i_a, i_b, i_c)^T$ – вектор мгновенных значений токов фаз;

$\Psi(t) = (\Psi_A, \Psi_B, \Psi_C, \Psi_a, \Psi_b, \Psi_c)^T$ – вектор мгновенных значений потокоцеплений фаз.

Также используемым при расчетах является закон Ампера, который связывает потокоцепления обмоток с токами, протекающими по обмоткам:

для статора

$$\left. \begin{aligned} \Psi_A &= L_{AA}i_A + L_{AB}i_B + L_{AC}i_C + L_{Aa}i_a + L_{Ab}i_b + L_{Ac}i_c; \\ \Psi_B &= L_{BA}i_A + L_{BB}i_B + L_{BC}i_C + L_{Ba}i_a + L_{Bb}i_b + L_{Bc}i_c; \\ \Psi_C &= L_{CA}i_A + L_{CB}i_B + L_{CC}i_C + L_{Ca}i_a + L_{Cb}i_b + L_{Cc}i_c; \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

для ротора

$$\left. \begin{aligned} \Psi_a &= L_{aA}i_A + L_{aB}i_B + L_{aC}i_C + L_{aa}i_a + L_{ab}i_b + L_{ac}i_c; \\ \Psi_b &= L_{bA}i_A + L_{bB}i_B + L_{bC}i_C + L_{ba}i_a + L_{bb}i_b + L_{bc}i_c; \\ \Psi_c &= L_{cA}i_A + L_{cB}i_B + L_{cC}i_C + L_{ca}i_a + L_{cb}i_b + L_{cc}i_c; \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Уравнения (2), (3) показывают, что потокоцепление каждой обмотки зависит от токов во всех обмотках.

При анализе и моделировании асинхронного СД для описания пространственного движения ротора используется второй закон Ньютона – закон равновесия моментов на валу СД:

$$J \frac{d\omega_m}{dt} \pm M_c = M_\gamma, \quad (4)$$

где J – момент инерции на валу двигателя, учитывающий инерционность ротора СД, так и приведенной к валу ротора инерционности рабочего органа и механической передачи;

ω_m – угловая скорость вращения ротора СД;

M_c – момент сопротивления (нагрузки);

M_γ – электромагнитный момент.

Следующим законом, лежащим в основе анализа СД, является закон, сформулированный Ленцем. Этот закон связывает векторные величины

электромагнитного момента, потокосцепления и тока:

$$M_{\vartheta} = k \cdot (\Psi \times i) \quad (5)$$

Система уравнений (1) – (5) описывает процессы электромеханического преобразования энергии в трехфазном СД.

Следует заметить, что несмотря на полное и строгое математическое описание, использование уравнений (1) – (5) для исследования асинхронного СД встречает ряд трудностей: наличие векторных величин в уравнениях (4) и (5); общее количество уравнений равно 16.

Достаточно эффективным инструментом упрощения математического описания асинхронной машины является метод пространственного вектора. Проекция вектора i_S на оси А, В, С определяют мгновенные токи в фазах. Это математическое преобразование для тока статора имеет вид:

$$i_S = 2/3 \cdot (i_A + a i_B + a^2 i_C), \quad (6)$$

где $a = e^{j\frac{2\pi}{3}}$, $a^2 = e^{j\frac{4\pi}{3}}$ – векторы, учитывающие пространственное смещение обмоток;

$$i_A = I_m \cos(\omega t), \quad i_B = I_m \cos(\omega t - 2\pi/3)$$

$i_C = I_m \cos(\omega t + 2\pi/3)$ – трехфазная симметричная система токов статора;

I_m – длина пространственного вектора;

Подстановка в уравнение (6) значений мгновенных токов, позволяет математически описать пространственный вектор статорного тока:

Метод пространственного вектора позволяет переписать эти уравнения в единой системе координат, вращающейся с произвольной угловой скоростью ω_k .

В этом случае получим уравнения:

$$\left. \begin{aligned} u_S &= r_S i_S + \frac{d}{dt} \Psi_S + j\omega_k \Psi_S; \\ u_R &= r_R i_R + \frac{d}{dt} \Psi_R + j(\omega_k - p\omega_m) \Psi_R; \\ \Psi_S &= L_S i_S + L_m i_R; \\ \Psi_R &= L_m i_S + L_R i_R, \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Система уравнений (7) представляет собой математическое описание электрической части асинхронного СД. Механическая часть СД, в свою очередь, описывается выражением (5).

Наибольший интерес представляют уравнения в координатных U, V когда $\omega_k = \omega$, которые широко используются для исследования асинхронных СД, вращающихся с произвольной угловой скоростью ω_k .

Список литературы:

1. Герман-Галкин С.Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК / С.Г. Герман-Галкин. — СПб: Корона-Век, 2008. — 368 с.
2. Гладков, Э.А. Автоматизация сварочных процессов: учебник / Э.А. Гладков, В.Н. Бродягин, Р.А. Перковский. – М.: Издательство МГТУ им.Н.Э. Баумана, 2014. – 421с.: ил.
3. Следящие приводы промышленного технологического оборудования: учебное пособие / Е.В. Пашков, В.А. Крамарь, А.А. Кабанов; под ред. Е.В. Пашкова. — Севастополь: СевНТУ, 2013. — 364 с., ил.

В этом случае уравнения электромеханического преобразования энергии имеют вид:

$$\left. \begin{aligned} u_{Sq} &= r_S i_{Sq} + \frac{d}{dt} \Psi_{Sq} + \omega_k \Psi_{Sq}; \\ u_{Sd} &= r_S i_{Sd} + \frac{d}{dt} \Psi_{Sd} - \omega_k \Psi_{Sq}; \\ u_{Rq} &= r_R i_{Rq} + \frac{d}{dt} \Psi_{Rq} + (\omega_k - p\omega_m) \Psi_{Rd}; \\ u_{Rd} &= r_R i_{Rd} + \frac{d}{dt} \Psi_{Rd} - (\omega_k - p\omega_m) \Psi_{Rq}; \\ M_{\vartheta} &= (3/2) p \cdot (\Psi_{Sd} i_{Sq} - \Psi_{Sq} i_{Sd}); \\ \frac{d}{dt} \omega_m &= J^{-1} (M_{\vartheta} \pm M_H), \text{ где} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

$$\left. \begin{aligned} \Psi_{Sq} &= L_S i_{Sq} + L_m i_{Rq}; \quad \Psi_{Sd} = L_S i_{Sd} + L_m i_{Rd}; \\ \Psi_{Rq} &= L_R i_{Rq} + L_m i_{Sq}; \quad \Psi_{Rd} = L_R i_{Rd} + L_m i_{Sd}; \\ L_S &= L_{iS} + L_m; \quad L_R = L_{iR} + L_m; \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

L_{iR} – приведенная индуктивность рассеяния ротора, Гн;

L_{iS} – индуктивность рассеяния статора, Гн.

Именно это математическое описание лежит в основе модели виртуального СД в библиотеке *SimPowerSystem* пакета программ *Matlab&Simulink*.

В результате моделирования СД переменного тока были получены следующие характеристики:

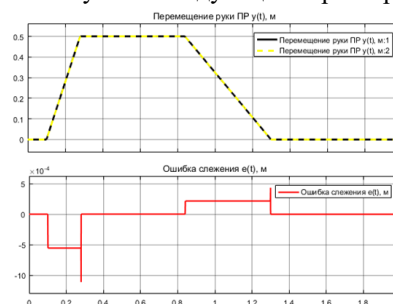


Рисунок 2 – Результаты моделирования электро-механического сервомодуля

Из результатов моделирования рассматриваемого электромеханического сервомодуля видно, что он с требуемой точностью отслеживает сигнал, задающий требуемое перемещение руки ПР на расстояние до 0,5 м. Ошибка слежения в переходных режимах, т.е. при перемещении исполнительного органа вперед и назад, не превышает 10^{-4} м, что составляет менее 0.01% от задающего сигнала. Ошибка позиционирования в установившемся режиме не превышает 1 мм.

УДК 621(075.8)

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛИНЕЙНЫХ И ПО- ВОРОТНЫХ ПНЕВМОПРИВОДОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ЛИНИИ РОЗ- ЛИВА МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ

Б.Т. Закиров, студент,

В.П. Поливцев, доц., к.т.н., научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: Beck.zakirov@gmail.com

Проблема качества питьевой воды и напитков, производимых на ее основе, в наши дни стала очень актуальной. Здоровье человека напрямую зависит от того, какую воду он употребляет. И даже покупка бутилированных жидкостей не всегда является гарантией того, что вода пригодна для питья.

Большое значение имеет процесс розлива. Качество готового продукта самым тесным образом связано с тем, как и при каких условиях осуществляется этот процесс, а потому разливное оборудование должно соответствовать самым высоким технологическим и санитарным требованиям. Оставаясь одной из наиболее сложных и производительных, техника для розлива жидкостей продолжает совершенствоваться год от года.

Техника для розлива жидкостей продолжает совершенствоваться год от года.

Современный этап научно-технического развития разливочная оборудования характеризуется комплексной автоматизацией производственных процессов, начиная от подачи объекта и заканчивая выполнением заключительных операций, связанных с разгрузочно-погрузочными операциями грузовых единиц.

Существует много конструктивных решений механизмов и устройств, которые выполняют операции с остановкой рабочих органов оборудования в промежуточных положениях перемещения. Как правило, остановка происходит при возвратно-поступательном или вращательном движении. Так, для разливочной оборудования с роторной транспортной системой необходимо обеспечить точный угол поворота карусели с ее гарантированной остановкой в заданной точке. Роторный функциональный модуль последовательно перемещает продукцию и разливающий материал по технологическим позициям, количество которых зависит от формы и вида продукции.

При описании газодинамических процессов, происходящих в полости пневмоцилиндра, подводящих и отводящих трубопроводах, принимаем следующие допущения: газодинамические процессы рассматриваем как квазистационарные, протекающие при установившихся режимах течения; температуру и давление воздуха в магистрали считаем постоянными; утечками воздуха из полостей

пневмоцилиндра пренебрегаем; процесс течения газа в трубопроводах считаем изотермическим; теплообменом в полостях пневмопривода пренебрегаем.

При расчете параметров типовых пневмоприводов характеристики подводящих и отводящих трубопроводов учитываются как дополнительные сопротивления, а объем трубопроводов при расчетах прибавляется к объемам соответствующих полостей привода.

Автоматизированной линии розлива наибольшее применение нашли линейные и поворотные исполнительные механизмы. Составим математические модели этих механизмов

В поршневых пневмоприводах одностороннего действия сжатый воздух подается только в одну полость пневмоцилиндра и перемещает поршень со штоком вправо при зажиме детали. При разжиме детали поршень со штоком отводится влево пружиной, установленной на штоке, а воздух через золотник крана уходит в атмосферу. В поршневых пневмоприводах двустороннего действия сжатый воздух поочередно подается в полости пневмоцилиндра и перемещает поршень со штоком при зажиме и разжиме деталей. Золотник распределительного крана при повороте рукоятки производит последовательную подачу сжатого воздуха в одну из полостей пневмоцилиндра и выпуск воздуха из них в атмосферу.

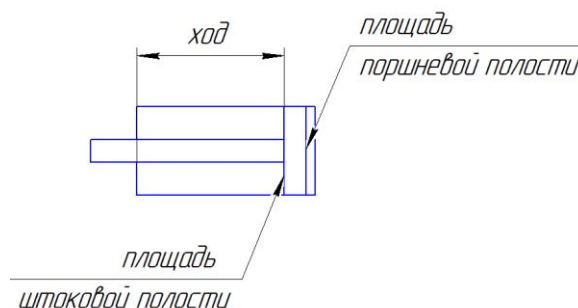


Рисунок 1 – Расчетная схема линейного пневмоцилиндра

Математическая модель пневмопривода представляет собой систему дифференциальных

уравнений, описывающих движение исполнительного органа и изменение давлений в полостях исполнительного механизма. Таким образом, математическая модель пневмопривода включает следующие уравнения:

- уравнение движения исполнительного органа;
- уравнение изменения давления в полости нагнетания;
- уравнение изменения давления в выпускной полости.

С учетом этого, математическая модель типового линейного пневмопривода может быть представлена в следующем виде:

Уравнение движение привода:

$$M(d^2x/dt^2) = p_1F_1 - p_2F_1 - p_A(F_1 - F_2) - N.$$

Уравнение, описывающее изменение давления P_1 в полости нагнетания:

$$dp_1/dt = ((k_f1 \sqrt{(RTM)) / (F_1(x+x_{01}) \sqrt{(\zeta_1))}) \sqrt{(p^2M - p^2_1)} - (kp_1 dx / (x+x_{01}) dt).$$

Уравнение изменения давления газа в выходной полости:

$$(dp_2/dt) = -((k_f2 \sqrt{(RTM)) / (F_2(S-x-x_{02}) \sqrt{(\zeta_2))}) (p_2/p_1) (k-1) / 2k \sqrt{(p^2_2 - p^2_A)} + (kp_2 dx / (S-x-x_{02}) dt).$$

Для случая, когда пневмоцилиндр находится в крайнем левом положении, к полученным уравнениям математической модели пневмопривода необходимо добавить условие:

$$(d^2x/dt^2) = (dx/dt) = x = 0, \text{ если } x \leq 0.$$

Для случая, когда поршень доходит до конца в крайнем левом положении, необходимо записать условие, ограничивающее координату x длиной хода привода S :

$$(d^2x/dt^2) = (dx/dt) = 0 \text{ и } x = S, \text{ если } x \geq S.$$

Вращающиеся пневмоцилиндры вращающиеся применяются как силовой узел, для патронов, оправок и других приспособлений на токарных, токарно-револьверных и круглошлифовальных станках (рисунок 2).

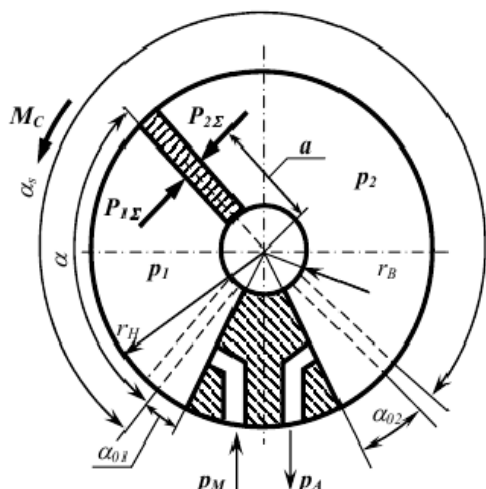


Рисунок 2 – Поворотный привод

По направлению действия осевого усилия вращающиеся приводы могут иметь два вида работы: тянущий или толкающий. Пневмоцилиндры с помощью воздухоподводящих муфт соединяются с сетью подачи сжатого воздуха. Для моделирования использовалась программа “PRO Пнеумо”. Программа позволяет подобрать элементы пневматики, смоделировать выбранный элемент. Результаты моделирования показаны на рисунках 3,4.

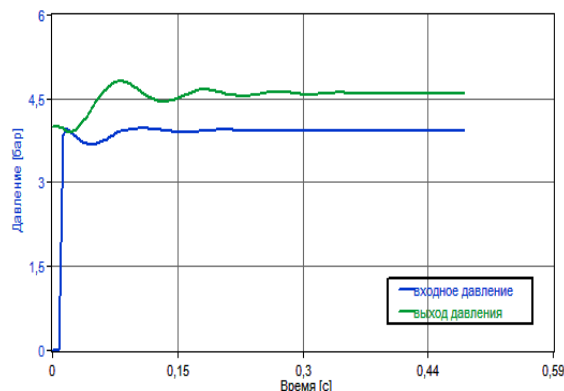


Рисунок 3 – Результаты моделирования линейного пневмопривода

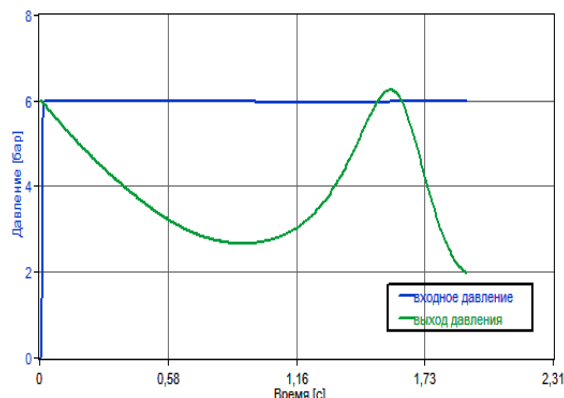


Рисунок 4 - Результаты моделирования поворотного пневмопривода

В результате моделирования исследованы динамические характеристики линейного и поворотного приводов автоматической линии розлива, рассмотрены преимущества и недостатки их применения.

УДК 664.69(075.8)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАНТОВ ПЕРЕНАЛАДКИ ПРОИЗВОДСТВА В ГИБКОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ЛИНИИ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

А.Н. Калицев, магистрант,

В.Я. Копп, профессор, д.т.н., научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: arturka6969@gmail.com

Макаронные изделия имеют большое значение в культуре питания человека, поскольку являются одним из продуктов первой необходимости и пользуются устойчивым спросом. Их состав очень прост, однако как никакой другой продукт макаронные изделия сочетают в себе следующие важные характеристики: питательная ценность (13 % белков и 70-75 % крахмала), усваиваемость (всего около 1 % жиров), длительность хранения, безопасность в употреблении, разнообразие способов приготовления и экономичность. Главной особенностью макаронных изделий, повлиявшей на их повсеместное распространение во всем мире, является способность входить в рацион и сочетаться с кулинарными традициями различных народов, даже сильно отличающихся друг от друга, что подтверждает уникальные качества этого продукта.

Рост популярности макаронных изделий в мире и потребности в них явились стимулом к развитию макаронной промышленности и внедрению интенсивных технологий изготовления макарон, позволяющих сократить наиболее длительные и энергоемкие процессы и увеличить выпуск продукции.

Замес теста, уплотнение полученной крошковатой массы и формование сырых изделий осуществляются в настоящее время в едином агрегате - в шнековом макаронном прессе непрерывного действия, основным рабочим органом которого является матрица. Форма отверстий матрицы определяет вид выпрессовываемых изделий. Меняя матрицы, можно на одном и том же прессе получать практически любой вид макаронных изделий. Таким образом, прессы и матрицы являются основным оборудованием для замеса и прессования макаронного теста.

Сегодня перед макаронной промышленностью встают следующие задачи: повышение производительности, расширение ассортимента продукции и повышение ее биологической ценности.

Преимущества автоматизированной техники перед механическим оборудованием очевидны - одна машина способна заменить целый парк оборудования. С использованием автоматизированных линий не требуется устанавливать отдельно сушильные камеры, установки, готовящие и подающие эмульсии, фасовочные машины и др. Так же

можно отметить сокращение числа рабочих - снижение затрат на оплату труда, что играет немало важную роль на производственных предприятиях.

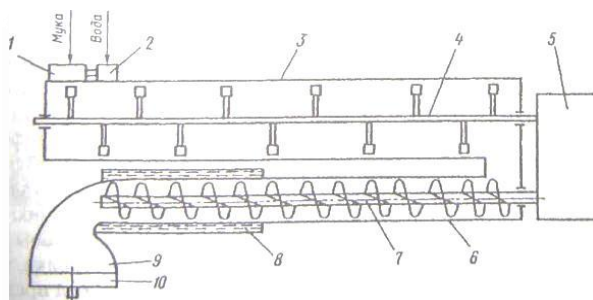


Рисунок 1 – Схема шнекового прессы:

1 – дозатор муки; 2 – дозатор воды; 3 – камера тестосмесителя; 4 – вал с лопатками; 5 – общий привод; 6 – шнековый цилиндр; 7 – шнек; 8 – водяная рубашка; 9 – головка прессы; 10 – сменная матрица

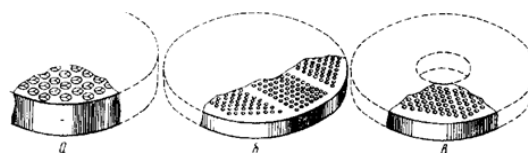


Рисунок 2 – Круглые матрицы: а - бесколоосниковая; б, в – колосниковые

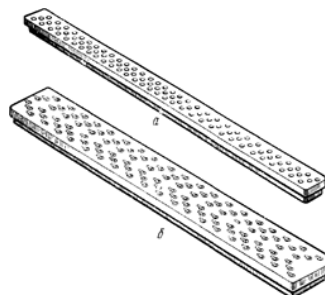


Рисунок 3 – Прямоугольные матрицы: а - однополосная; б - двухполосная

В зависимости от формы макаронные изделия подразделяют на многие типы и виды. Поэтому весьма перспективны такие виды оборудования, которые допускают гибкое регулирование основных технологических процессов.

Для повышения производительности гибкой автоматизированной линии по изготовлению макаронных изделий необходимо минимизировать общее время переналадок производства. Для этого воспользуемся интерпретацией задачи о коммивояжере связанной с минимизацией времени переналадок при обработке на одном станке партии из n деталей.

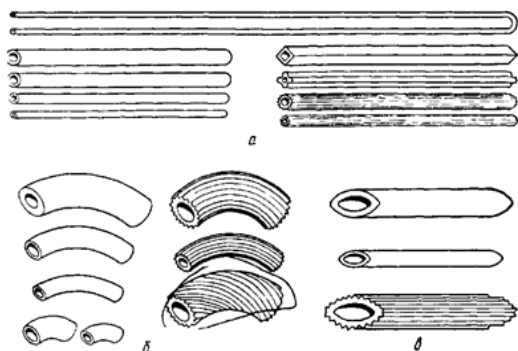


Рисунок 4 – Трубчатые изделия:
а - макароны, б - рожки, в – перья



Рисунок 5 – Фигурные изделия:
а - макароны, б - рожки, в - перья

Пусть C_{ij} – время переналадки при переходе от обработки детали i к обработке детали j . Требуется найти последовательность обработки деталей, минимизирующую общее время переналадок.

Величину C_{ij} можно интерпретировать и как стоимость перестройки гибкого автоматизированного производства при переходе от изготовления партии деталей i -го типа к изготовлению партии деталей j -го типа. Требуется, минимизировать суммарные издержки при производстве n партий изделий различных типов.

Необходимо минимизировать функцию на множестве X допустимых комбинаций переналадок:

$$f(x) = C_{i_1 j_1} + C_{i_2 j_2} + \dots + C_{i_n j_n} \quad (1)$$

$X = (i_1, \dots, i_n, j_1)$, где $(i_1, \dots, i_n)$ – произвольная перестановка чисел $1, \dots, n$. Заметим, что множество X содержит $n!$ элементов, поэтому решить задачу методом полного перебора при достаточно больших n нереально.

Интерпретируем задачу о коммивояжере, свяжем с минимизацией времени переналадок при обработке на одном станке партии из 6 видов макаронных изделий. Пусть C_{ij} – время переналадки при переходе от обработки детали i к обработке детали j . Найдем последовательность обработки деталей, минимизирующую общее время переналадок. Получим матрицу C :

	1	2	3	4	5	6
1	INF	10	20	30	50	50
2	10	INF	30	20	50	50
3	20	30	INF	10	50	50
4	30	20	10	INF	50	50
5	50	50	50	50	INF	20
6	50	50	50	50	20	INF

Рисунок 6 – Матрица C

В результате решения задачи о коммивояжере для минимизации общего времени переналадок производства гибкой автоматизированной линии по изготовлению макаронных изделий получим, оптимальную комбинацию переналадок, ей соответствует маршрут: 4-2-1-6-5-3-4.

На рисунке 3 представлен процесс ветвления в виде графа.

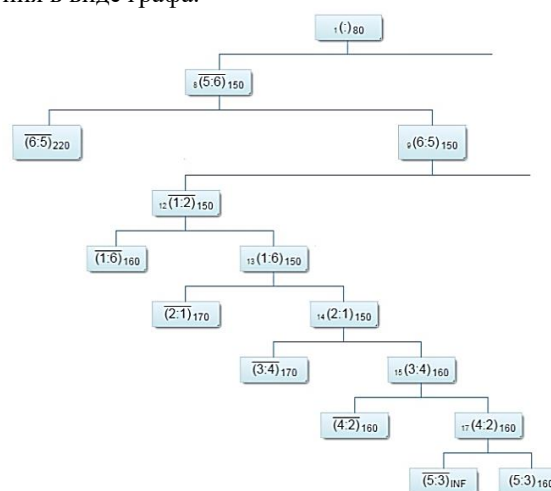


Рисунок 7 – Окончательный граф

УДК 538.446

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ГРУППИРОВКИ СОКОВ В СТЕКЛЯННОЙ ТАРЕ

А.С. Камалов, студент,

А.Н. Круговой, доц., канд. техн. наук, научный руководитель,

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: vorooy@gmail.com

Значение соков в питании человека общеизвестно. Производство соков - одна из наиболее быстро развивающихся отраслей плодоовощной промышленности как в нашей стране, так и за рубежом.

Качество соков, поступающих к потребителю, зависит от способа их упаковки, которая должна обеспечивать защиту от механических воздействий и ухудшения качества продуктов при их взаимодействии с кислородом и другими активными веществами. Как известно, наилучшее сохранение свойств соков происходит при упаковке их в стеклянную тару. Соки упаковываются, как правило, в гофрокартонную и полиэтиленовую упаковку группами. В связи с этим возникает задача автоматизации процесса группировки соков в стеклянной таре перед их упаковкой.

Для группировки соков в стеклянной таре разработан автоматизированный комплекс группировки, который представлен на рисунке 1.

Бутылки с соками после разлива и наклейки этикеток поступают на автоматизированный комплекс на пластинчатом конвейере 1. В результате на нём формируется ряд бутылок в количестве 8 штук. Если по конвейеру бутылки перемещаются с зазорами, то они устраняются в результате проскальзывания конвейера под дном бутылок. После формирования ряда бутылок выдвигается отсекающий механизм 2, который тормозит остальные бутылки. Далее привод захватных устройств портального типа с электромеханическим приводом 3 и восемью захватами 6 захватывает ряд бутылок и транспортирует их на паллет с гофрокартонным поддоном 4. Параллельно с этим на конвейере формируется новый ряд бутылок, который аналогичным образом захватывается и переносится на паллет формируя следующий ряд. Таким образом группируются соки в количестве 64 штук. Затем паллет опускается с помощью приводов 5, сверху устанавливается новый гофрокартонный поддон и продолжается группировка бутылок. После формирования пяти слоёв полученный пак передаётся на позицию упаковки полиэтиленом.

Данный автоматизированный комплекс позволяет увеличить производительность и качество упаковки за счёт исключения ручного труда.

В дальнейшем, будет разработана автоматизированная укладка гофрокартонных поддонов с помощью поворотного привода и вакуумных захватов.

Для повышения быстродействия планируется выполнить исследование законов управления приводами перемещения каретки, при которых колебания бутылок допускаются только в процессе перемещения, а в конце его отсутствуют.

Также планируется выполнить исследование законов управления вертикальным перемещением, при которых исключается удар бутылок при постановке их на паллет, что может привести к их повреждению.

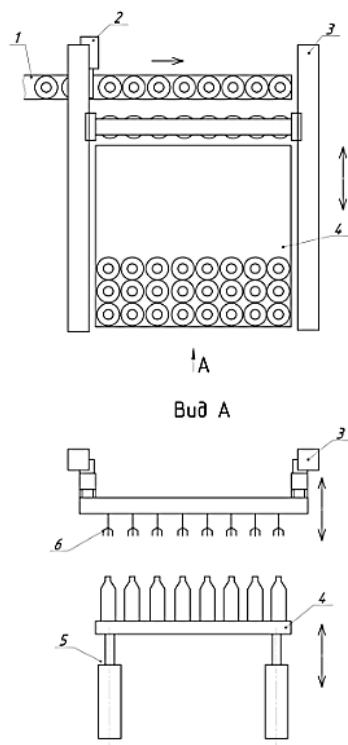


Рисунок 1 – Автоматизированный комплекс группировки соков в стеклянной таре

УДК 681.58+004.855

ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПЛОДОВ НА ЛИНИИ ШОКОВОЙ ЗАМОРОЗКИ

В.Ю. Кривенко, студент.

В.И. Головин, доц., канд. техн. наук, научный руководитель.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: vladkrivenko1995@yandex.ru

Производство быстрозамороженных плодов может быть в целом и резаном виде, с косточкой и без нее, а также соответствовать трем товарным сортам - высшему, первому и столовому по трем группам: плоды семечковые, косточковые и ягоды. Замороженные плоды и ягоды могут быть использованы в пищу как в монокультуры, в виде различных компотов, а также служить исходным сырьем для производства джемов, повидла, варенья, желе, мармеладов, различных начинок и фруктового пюре для мороженого. Всё это приводит к необходимости высокого контроля качества замороженной продукции без потери в производительности. Для реализации поставленной задачи характерен следующий алгоритм работы системы визуального контроля качества:

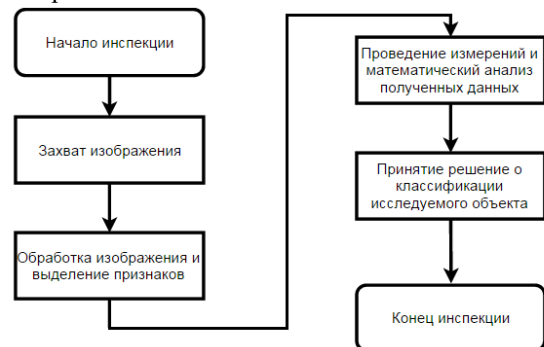


Рисунок 1 – Блок-схема проведения автоматизированного визуального контроля

Данной алгоритм основан на принципах машинного зрения, включающие в себя технологии получения изображений объектов реального мира, их обработку и использование полученных данных для разного рода прикладных задач без участия (полного или частичного) человека.

В настоящее время существует классификация систем машинного зрения, по которой любую систему можно отнести к монокулярной, либо к бинокулярной. К первому классу систем относятся системы, работающие с изображением, поступающим от одной камеры (либо от каждой камеры по отдельности). К бинокулярным системам компьютерного зрения относят системы, обрабатывающие изображения, поступающие одновременно с нескольких камер. Такие системы также называются стереосистемами и применяются в задачах измерения глубины наблюдения.

Задачи, решаемые системами машинного зрения на производстве, можно условно разделить на 4 основные группы задач:

1) Определение положение объекта.

Цель системы в данном применении – однозначное определение пространственного положения объекта относительно установленной системы координат.

2) Измерение объекта.

Основная задача системы в данном применении – определение физических параметров объекта путем обработки полученного изображения.

3) Идентификация объекта.

Основное назначение видеокамеры в задачах идентификации – считывание различных кодов (QR-кодов, штрих-кодов, буквенно-цифровых обозначений) с поверхности объекта с целью их распознавания

4) Инспекция объекта.

Основная цель машинного зрения в приложениях данного типа – проверка определенного свойства (или набора свойств) объекта. К таким свойствам, например, может относиться наличие или отсутствие маркировки на объекте. Одно из самых важных применений машинного зрения в задачах инспекции – контроль качества того или иного объекта.

На рисунке 2 представлена диаграмма распределения рыночного спроса по рассматриваемой тематике.

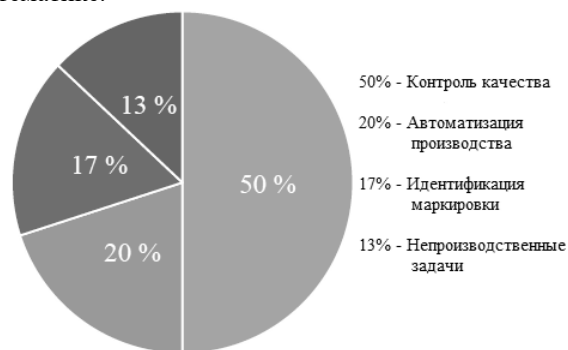


Рисунок 2 – Структура рыночного спроса

Как видно из диаграммы, 50 процентов всех систем машинного зрения используются при контроле качества продукции, т.е. решают задачи инспекции и проведения визуальных измерений в том числе и в пищевой промышленности.

Существующие сегодня программно-аппаратные комплексы технического зрения представляют собой модульные системы, обеспечивающие более удобный подход к разработке и внедрению. Это прежде всего связано с потребностями современного производства, где важна не только эксплуатационная надежность системы, но и возможность внедрения за очень короткий срок.

В зависимости от способа визуализации изображения существует три типа камер:

На первом этапе, в зависимости от способа визуализации изображения существует три типа камер:

Однострочная камера (1D) – камера, получающая одномерное проекционное изображение в течении определенного промежутка времени.

2D-камера – камера, обеспечивающая захват двумерного изображения. В зависимости от типа камеры полученный кадр может быть цветным либо монохромным.

3D-камера – наиболее современный тип камеры, позволяет получать трёхмерные изображения.

Качество получаемого камерой снимка не всегда удовлетворяет потребностям автоматизированной системы. Так, потери качества могут быть связаны с плохой освещенностью, шумом в окрестностях, плохой регулировкой угла и так далее. Однако, используя специальные средства на втором этапе, потерянная информация может быть восстановлена.

Среди прочих, к таким средствам относятся:

- фильтры изображения (Линейные, пространственные, фильтры быстрого преобразования Фурье и другие);
- средства подавления нежелательных бликов (приобретаемых от осветительной системы);
- средства подавления геометрических искажений, введённых камерой;
- проведение специализированных измерений и математический анализ полученных данных.

После обработки захваченного изображения проводится его анализ, характерный конкретной системе в данной предметной области.

Таким образом, проводится ряд измерений физических характеристик объекта. Например, к таким измерениям можно отнести:

- измерение линейных размеров объекта (длины, диаметра и так далее);
- определение заранее заданных характеристик, таких как цвет.

На последнем этапе работы системы автоматизированного визуального контроля принимается

решение о классификации продукта как допустимого либо бракованного (поврежденного). Данное решение принимается при помощи нейронной сети.

Создание нейросетевой модели базируется на применении аппарата искусственных нейронных сетей, который является одним из направлений развития теории искусственного интеллекта.

Для правильной работы искусственной нейронной сети необходимо ее обучить. Для обучения на вход нейронной сети должна быть подана обучающая выборка, состоящая не менее чем из ста экспериментов. Обучающую выборку подготавливают следующим образом: осуществляется сбор всех данных, которые впоследствии будут поступать на вход нейронной сети.

На основании решения на выходе нейросети системой управления принимается решение о удалении бракованного продукта с линии заморозки. Простейшая система реализующая данный алгоритм состоит из видеокамеры, оборудования подсветки, вычислительной системы для обработки полученного изображения и контроллера, управляющего автоматизированным производственным процессом. На рисунке 3 представлена структура подобной системы машинного зрения, применяемой на производстве.

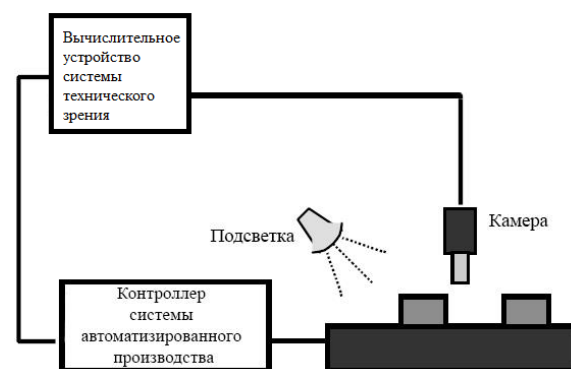


Рисунок 3 – Состав типовой системы машинного зрения

Использование машинного зрения на линии шокowej заморозки плодов повышает производительность автоматизированного производства, позволяет совершенствовать качество производимой продукции, а также дает конкурентное преимущество компаниям, внедрившим данную технологию. Основная выгода внедрения данной системы в том, что она обеспечивает экономию рабочего времени и способствует значительному росту производительности.

Список литературы:

1. Бабакина Н.А., М.П. Колесников, В.П. Шкодырев Представление окружающего пространства на основе векторных динамических структур в мобильных робототехнических системах // Научно-технические ведомости СПбГПУ (229) 2015.
2. Бобровский С.Н. «Когда машины прозреют» [Электронный ресурс]. – http://www.pcweek.ru/themes/detail.php?ID=66663&sphrase_id=12198

УДК 621. 7

КРИТЕРИИ ВЫБОРА КОМПЛЕКТУЮЩИХ ПРИ СОЗДАНИИ СТАНКОВ С ЧПУ ДЛЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДИДАКТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Д.В. Кривич, студент

А.Г. Карлов, доц., научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Ул. Университетская, 33,г. Севастополь, Российская Федерация, 299053.

e-mail: denkelen95@gmail.com

Для автоматизации процессов аддитивных технологий изготовления деталей различного назначения на станках с ЧПУ, автоматизированной сборки, покраски, упаковки, точного позиционирования объектов автоматизации применяют различное промышленное оборудование. Выбор его на рынке велик. Однако в случае необходимости обучения будущих конструкторов и технологов навыкам конструирования и эксплуатации сложного оборудования с ЧПУ есть риск сразу допускать студентов к эксплуатации и ремонту подобной техники.

Одним из базовых модулей такого типа оборудования являются актуаторы промышленного исполнения, позволяющие с высокой точностью перемещать и позиционировать исполнительные механизмы, инструменты, объекты автоматизации. Поставляются данные актуаторы на производства в виде модулей, которые устанавливаются на раму либо станину [1].

Благодаря высокой универсальности, точности позиционирования, высокой, пыли и влагостойкости и высокой надежности линейные актуаторы получили широкое применение в подобном промышленном оборудовании.

Линейные актуаторы применяют в системах обработки заготовок сложной формы, лазерной обработки, аддитивных технологиях, для перемещения обрабатывающего инструмента по 3-м и более осям.

Однако, если стоит задача создания станков с ЧПУ дидактического назначения, то основным критерием выбора комплектующих становится стоимость, относительная надежность и модульный принцип построения систем автоматизации. Поэтому применять линейные актуаторы промышленного назначения для дидактических целей проблематично, особенно если ВУЗ испытывает сложности с финансированием.

Было предложено решение данной проблемы: создание линейных актуаторов из легкодоступных, бюджетных, а главное простых комплектующих, специально адаптированных для получения навыков работы и эксплуатации студентами. При этом риск поломки деталей, сбоя программы ПЛК будет относительно невелик..

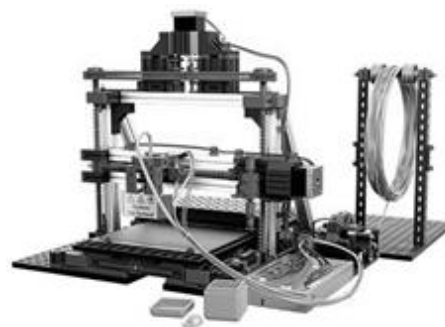


Рис. 1 - 3D принтер компании FICHERTECHNIK

Прототипом нашего проекта был принята модель 3D принтера компании FICHERTECHNIK [2]. Продукт представляет собой набор деталей, двигателей, исполнительных механизмов и электроники, которые собираются в простой 3D принтер. Основная цель конструктора: ознакомления обучающегося с основами 3D печати.

Характеристики:

- Размеры рабочей зоны: 115x100x80 мм
- Толщина слоя: 0,2 мм
- Точность позиционирования: не более 0.05 мм
- Диаметр волокна расходуемого материала: 1,75 мм
- Диаметр сопла экструдера: 1.75 мм
- Тип расходуемого материала: PLA (полилактид)
- Вес: 6.3 кг
- Стоимость: 62300 руб

Достоинства:

- Простота сборки и эксплуатации
- Низкая стоимость

Недостатки:

- Низкая надежность
- Низкая точность
- Не реализуются другие технологические процессы.
- Нет взаимозаменяемости деталей

Учитывая изложенные выше критерии выбора комплектующих для создания бюджетного обрабатывающего центра дидактического назначения, который смогут собрать, наладить и эксплуатировать студенты, предлагаем включать в подобные проекты следующие основные функциональные модули.

Для создания системы управления станком с ЧПУ рекомендуем применять контроллер SMOOTHSTEPPER ETHERNET [3]. Ethernet Smooth Stepper (ESS) – это внешний аппаратный контроллер движения для систем числового программного управления (ЧПУ) Mach3 и Mach4. ESS получает команды от Mach, и транслирует их в сигналы перемещения приводов вида «шаг-направление» (STEP/DIR). ESS совместим с подавляющим большинством шаговых и сервоприводов, работающих с сигналами STEP/DIR. Генерация сигналов производится с помощью ПЛИС, в результате не задействуется драйвер для LPT от Mach – такая схема радикально снижает нагрузку процессора ПК при работе, а буферизация траектории в памяти контроллера значительно увеличивает стабильность работы всей системы. К плюсам ESS отнесут крайне высокую степень устойчивости к помехам, возможность размещения контроллера на расстоянии до 100 метров от ПК с Mach, а также ESS работает на всех версиях Windows, x32 и x64.



Рис. 2 – Контроллер для ЧПУ SMOOTHSTEPPER ETHERNET

Используя данные комплектующие, а так же различные модули трансмиссии (шарико-винтовая, либо ременная см. рис. 3), возможно создание линейных актуаторов как дидактического назначения, так и для целей применения их в компаниях малого и среднего бизнеса, где необходимо приме-

нять аддитивные технологии изготовления сложных пространственных деталей, плазменную, лазерную обработку материалов.

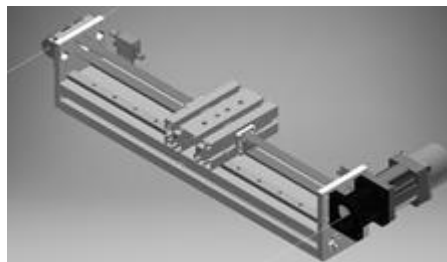


Рис. 3 Линейный актуатор с направляющими MGN12

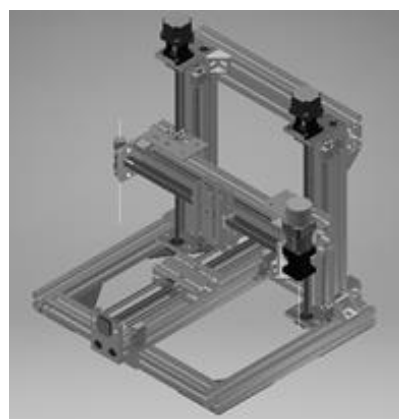


Рис. 4 Структура станка с ЧПУ и осями X+Z,Y

На основании критериев выбора, изложенных выше, в проекте предлагается использовать такие комплектующие для линейных актуаторов, как направляющие MGN-12 (HIWIN). Это профильная рельсовая направляющая бюджетной серии MGN - миниатюрные рельсы с U-образным профилем канавок. Типоразмер (ширина рельса) 12 мм. Сохраняют достаточно высокую точность позиционирования при малых габаритах и весе. Профиль дорожек позволяет выдерживать нагрузки по всем направлениям. Оптимально применимы в оборудовании, где требуется позиционирование без значительной нагрузки - 3D-принтеры, граверы (в т.ч. лазерные), оси Z станков плазменной резки и т.п.

Список литературы:

1. Каталог продукции компании www.rollon.ru
2. Каталог продукции FICHERTECHNIK
3. <http://www.fischertechnik.biz/fischertechnik-Education>

УДК 621.8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОГРАНИЧЕНИЙ ПО УСКОРЕНИЮ ПРИ ПУСКЕ И ТОРМОЖЕНИИ ПРИВОДА ТЕЛЕЖКИ МОСТОВОГО КРАНА-ШТАБЕЛЕРА

Г.В. Кузнецов, студент

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: g_kuznetsov@mail.ua

В настоящее время системы управления мостовым краном-штабелером должны обеспечивать оптимальное перемещение и точное позиционирование захватного органа. Для внедрения таких систем необходимо точное определение координат исполнительного органа [1].

Импульсные датчики (энкодеры) являются средством определения точных координат механизма при установке их на вал приводных колес тележки мостового крана-штабелера.

Для корректной работы энкодера требуется исключить возможность буксования приводных колес о рельсовый путь при пуске. Таким образом задача сводится к нахождению максимального ускорения не превышающего величину ограничиваемую сцеплением.

На рисунке 1 представлена кинематическая схема тележки мостового крана-штабелера и силы действующие на нее.

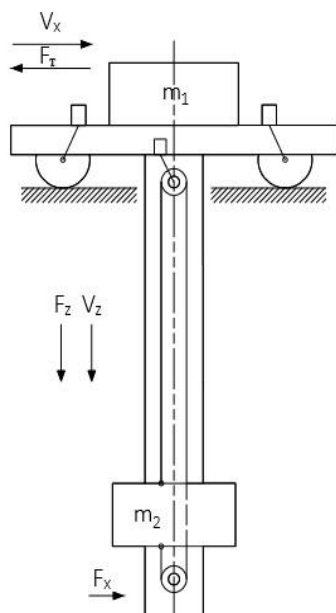


Рисунок 1 – Кинематическая схема тележки мостового крана-штабелера, где V_x – скорость по оси x ; F_t – сила трения колеса о рельс; m_1 – масса тележки; m_2 – масса груза; F_z – сила тяжести; V_z – скорость по оси z ; F_x – сила прикладываемая к тележке.

Целью работы является определения ограничения по ускорению при пуске и торможении привода тележки мостового крана-штабелера.

Нижеприведённые расчётные зависимости позволяют численно оценить возможность появления буксования при пуске и юза при торможении крана, если механизм передвижения расположен на нём.

При пуске механизма передвижения крана пусковой момент двигателя M_{Π} преодолевает статический момент сопротивления движению M_{CT} и динамический $M_{дин}$:

$$M_{\Pi} = M_{CT} + M_{дин} \quad (1)$$

Часть пускового момента двигателя, расходуемая на преодоление инерционных сопротивлений, динамический момент [2]:

$$M_{дин} = M_{\Pi} - M_{CT} \quad (2)$$

Динамический момент, приведённый к валу двигателя, состоит из моментов на преодоление инерции вращающихся и поступательно движущихся масс:

$$\frac{\delta \cdot GD^2 \cdot n}{375 \cdot t_n} + \frac{G \cdot D^2 \cdot n}{375 \cdot u^2 \cdot t_n \cdot \eta} = M_{\Pi} - M_{CT} \quad (3)$$

где δ – коэффициент приведения маховых моментов вращающихся масс, расположенных на валах после быстрогоходного;

GD^2 – маховой момент вращающихся масс на быстрогоходном валу;

n – частота вращения быстрогоходного вала механизма;

G – вес поступательно перемещаемого крана;

D – диаметр приводного ходового колеса механизма передвижения;

u – передаточное число между валами двигателя и приводного ходового колеса;

η – КПД механизма передвижения при пуске;

Время пуска, механизма передвижения:

$$t_n = \frac{n \cdot \sum GD_n^2}{375(M_{\Pi} - M_{CT})} \quad (4)$$

где $\sum GD_n^2$ – приведённая к валу двигателя сумма маховых моментов вращающихся и поступательно движущихся масс при пуске.

$$\sum GD_n^2 = \delta GD^2 + \frac{G \cdot D^2}{u^2 \cdot \eta} \quad (5)$$

Ускорение поступательно движущегося крана при пуске механизма передвижения:

$$a_n = \frac{V}{t_n} \quad (6)$$

где V – номинальная скорость передвижения крана.

Ограничение ускорения при пуске сцеплением приводных ходовых колёс крана определяется из условия, чтобы сила тяги F_T была меньше силы сцепления $F_{сц}$ в величину, не менее требуемого коэффициента запаса сцепления $K_{сц}=1,2$:

$$F_T \leq \frac{F_{сц}}{K_{сц}} \quad (7)$$

Сила сцепления крана без груза при равномерном распределении его веса на все колёса:

$$F_{сц} = \varphi \frac{n}{m} G \quad (8)$$

где φ – коэффициент сцепления приводных ходовых колёс крана с рельсами или дорожным покрытием;

m – общее число ходовых колёс крана;

n – число приводных ходовых колёс крана.

Сила тяги, обеспечивающая преодоление суммы сил сопротивлению движения:

$$F_m = \frac{G}{g} a_n + (W_{mp} - F_{mp}) + W_{\epsilon} + W_{ук} \quad (9)$$

$W_{тр}$ – общее сопротивление передвижению крана от трения:

$$W_{mp} = \beta G \frac{\mu d + 2f}{D} \quad (10)$$

β – коэффициент, учитывающий трение реборд ходовых колёс крана;

μ – коэффициент трения в подшипниках цапф валов и осей ходовых колёс крана;

d – диаметр цапф в подшипниках ходовых колёс;

f – коэффициент трения качения ходовых колёс;

D – диаметр ходового колеса;

$F_{тр}$ – сопротивление передвижению крана от трения в подшипниках приводных ходовых колёс;

$$F_{mp} = \frac{n}{m} G \frac{\mu d}{D}, \quad (11)$$

$W_{в}$ – сопротивление передвижению крана от ветровой нагрузки;

$W_{ук}$ – сопротивление передвижению крана от уклона;

Совместное решение равенств (7, 8, 9, 10 и 11) ограничивает ускорение крана при пуске сцеплением его приводных колёс:

$$a_n = \left[\frac{n}{m} \left(\frac{\varphi}{K_{сц}} + \frac{\mu d}{D} \right) - \beta \frac{(\mu d + 2f)}{D} - \frac{W_{\epsilon} + W_{ук}}{G} \right] g \quad (12)$$

Для исключения буксования при пуске механизма передвижения крана ускорение, определённое

по формуле (6), должно быть меньше ускорения, определённого по формуле (12).

При торможении механизма передвижения крана момент от сил инерции на валу тормоза равен сумме моментов тормоза $M'_{дин}$ равен сумме моментов тормоза M_T и приведённого к его валу статического момента сопротивления движению крана $M'_{ст}$:

$$M'_{дин} = M_T + M'_{ст} \quad (13)$$

Время торможения механизма передвижения:

$$t_m = \frac{n \cdot \sum GD_m^2}{375(M_T + M'_{ст})} \quad (14)$$

где $\sum GD_m^2$ – приведённая к валу установки тормоза сумма маховых моментов вращающихся масс трансмиссии механизма передвижения и поступательно движущихся масс крана.

$$\sum GD_m^2 = \delta GD^2 + \frac{G \cdot D^2}{u^2} \eta' \quad (15)$$

Ускорение при замедлении поступательно движущегося крана в период торможения механизма передвижения:

$$a_m = \frac{V}{t_m} \quad (16)$$

Ограничение ускорения при торможении сцеплением затормаживаемых ходовых колёс крана определяется из условия, чтобы сила торможения $F_{тор}$ была меньше силы сцепления $F_{сц}$ в величину, не менее требуемого коэффициента запаса сцепления $K_{сц}=1,2$:

$$F_{тор} \leq \frac{F_{сц}}{K_{сц}} \quad (17)$$

Сила торможения совместно с сопротивлением движению крана от трения обеспечивает противодействие сумме сил инерции, ветра и уклона:

$$F_{тор} + (W'_{mp} - F_{mp}) = \frac{G}{g} a_m + W_{\epsilon} + W_{ук} \quad (18)$$

Совместное решение равенств (8, 10, 11, 16 и 17) ограничивает сцеплением ускорение замедления крана при торможении:

$$a_m = \left[\frac{n}{m} \left(\frac{\varphi}{K_{сц}} - \mu \frac{d}{D} \right) + \frac{\mu d + 2f}{D} - \frac{W_{\epsilon} + W_{ук}}{G} \right] g \quad (19)$$

Юз при торможении механизма передвижения крана исключён, если ускорение по формуле (16) меньше ускорения по формуле (19).

Из результатов расчета механизма передвижения крана, которое будет приведено в докладе, делаем вывод, что ускорение при пуске и торможении, для нормального функционирования системы управления мостовым краном-штабелером, не должно превышать максимально допустимого.

Список литературы:

1. Иванченко Ф. К. Конструкция и расчёт подъёмно-транспортных машин. 2-е изд., перераб и доп. Киев: Высшая школа, 1988. 424 с.
2. Вайсон А. А. Подъёмно-транспортные машины: Учеб. для вузов по специальности «Подъёмно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование». 4 изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1989. 536 с.

УДК 621

К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА ГИПСОКАРТОНА

А.Е. Ляхов, студент

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: aljahov@gmail.com

В условиях крупносерийного производства актуальной по-прежнему остается задача обеспечения безаварийной работы исполнительного оборудования, например, электрических машин [1]. Это объясняется постоянным ужесточением требований к надежности, ремонтоспособности и износостойкости исполнительных механизмов. Решение указанной задачи связано с совершенствованием систем функциональной диагностики технического состояния сложных систем.

Целью работы является исследование надежности элементов автоматизированных линий производства гипсокартона. В качестве примера рассмотрим двигатель постоянного тока.

Обзор научной и технической литературы, например, [2] показал, что на современном производстве происходит вытеснение традиционных регулируемых электроприводов на базе двигателей постоянного тока (ДПТ) асинхронными электроприводами. Однако в действующих линиях, используемых для производства гипсокартона, ДПТ по-прежнему остаются основными ведущими элементами.

Для достижения цели был выполнен анализ современных методов исследования надежности средств автоматизации производства, определены их преимущества и недостатки, формализована задача исследования.

На основе анализа предложен метод диагностики ДПТ, основанный на мониторинге состояния параметров, характеризующих техническое состояние электропривода в любой момент времени.

Надежность i -го элемента линии определена, используя графо-аналитические средства моделирования. Модель (рис.1) позволила выполнить оценку надежности элементов.



Рисунок 1 – Модель состояний элементов линии.

Список литературы:

1. С.И. Лукьянов, А.С. Карандаев, А.С. Сарваров и др. Разработка и внедрение интеллектуальных систем диагностики технического состояния электрического оборудования // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова, 2014. №1(45). С. 129-134.

2. Барков А.В., Баркова Н.А. Интеллектуальные системы мониторинга и диагностики машин по вибрации // Труды Петербургского энергетического института повышения квалификации Минтопэнерго Российской Федерации и Института вибрации США. Вып. 9. Санкт-Петербург, 1999.

где, S1-S10- Состояния элементов системы.

Результат оценки представлен на рисунке 2.

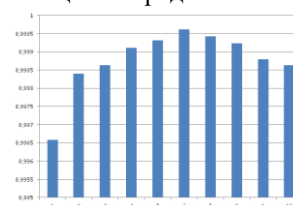


Рисунок 2 – Результаты оценки надежности элементов

Анализ диаграммы показал, что для обеспечения надежности элементов линии необходимо построение системы функциональной диагностики (СФД), позволяющей выполнять оценку технического состояния ДПТ в режиме реального времени его эксплуатации.

Очевидно, что построение СФД с минимальными финансовыми затратами предполагает решение следующих задач:

- определение наименьшего множества диагностических параметров, функционально зависящих от структурных, однозначно характеризующих техническое состояние ДПТ.
- построение математической модели ДПТ, как диагностируемого объекта;
- построение правил принятия решения о текущем техническом состоянии объекта диагностирования (ОД);
- разработка алгоритмов определения апостериорных значений вектора, характеризующего состояние ОД.

Предлагается система технической функциональной диагностики позволяющая в режиме реального времени выполнять оценку технического состояния машин постоянного тока по результатам измерения температуры коллекторного узла, угловой скорости якоря, тока якорной цепи и параметров вибрации. Отличием предлагаемой системы от существующих является использование современных алгоритмов стохастической фильтрации для решения задач определения апостериорных значений вектора состояния системы.

УДК 538. 446

ЗАДАЧИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРОЦЕССА СВАРКИ В ЗАЩИТНЫХ ГАЗАХ

О. В. Неплюева, студент

М.М. Майстришин, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053.

e-mail: neplyueva.olga.9419@mail.ru

Важную, а зачастую и неотъемлемую часть производства металлоконструкций имеют сварочные работы, трудоемкость которых занимает немалую часть от общей трудоемкости.

Производительность, например, дуговой сварки в зависимости от сварного типа шва определяется:

- скоростью плавления электродной проволоки (при многопроходной сварке с разделкой кромок и наплавочных работах);
- проплавляющей способностью дуги (при однопроходной сварке без разделки кромок).

Увеличение производительности процесса сварки за счет увеличения скорости сварки и повышения мощности дуги ограничено появлением нежелательных факторов: возникновению гидродинамических процессов в сварочной ванне, ухудшающих формирование сварочного шва; возникновению электродинамических сил, увеличивающих разбрызгивание и угар электродного металла, в следствие чего возможно окисление шва. Все эти негативны факторы сказываются на работоспособности сварного соединения.

Задача исследования определить наиболее оптимальные параметры процесса сварки, который повысят производительность не ухудшая качество сварного соединения.

При увеличении тока дуги возрастает масса расплавленного металла обоих электродов в единицу времени и глубина провара, особенно на обратной полярности. Верхний предел тока определяется толщиной свариваемого изделия и скоростью сварки, а глубина проплавления не должна превышать толщины кромок изделия. Сварочный ток определяется выражением [1]:

$$I_{св} = k \cdot (h)^{1.32} \cdot \left(\frac{1}{e}\right)^{1.07}, \quad (1)$$

где $I_{св}$ – сварочный ток; h – глубина проплавления; e – величина зазора; k зависит от диаметра электродной проволоки.

Повышение дугового напряжения главным приводит также к росту скорости плавления электродов и увеличению глубины проплавления; Это осуществляется за счет увеличения потенциала ионизации дугового газа и его теплопроводности:

$$U_{св} = 14 + 0.05 \cdot I_{св}. \quad (2)$$

Повышение скорости расплавления присадочного металла путем предварительного его подогрева за пределами дуги. Достигается увеличением вылета плавящегося электрода и плотности тока в нем [1]:

$$V_c = k_v \cdot (h_p)^{1.61} \cdot \left(\frac{1}{e}\right)^{3.36}, \quad (3)$$

где k_v зависит от диаметра электродной проволоки.

Изменение параметра показано на рисунке 1.

:

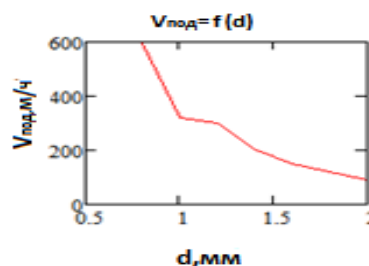


Рисунок 1 – График изменения скорости сварки от диаметра сварочной проволоки

Повышение производительности дуговой сварки (уменьшения числа проходов) можно достичь и при постоянных мощности и скорости сварки за счет увеличения глубины проваривания.

Список литературы:

1. Сварка в машиностроении. Т. 3/ Под ред доктора технических наук В. А. Винокурова. – г.: Машиностроение, 1979. - 567с.
2. Дуговая сварка в защитных газах / В. И. Оботуров. – г. Стройиздат. 1989. - 229с

УДК 621.822.082

АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА ФОРМИРОВАНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РЕЗЬБОНАКАТЫВАНИЯ

В.М. Панчук, студент,

В.Я. Копп, проф., д-р техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: panchuk_84@mail.ru

В условиях автоматизированного механо-сборочного производства обеспечение надёжности резьбовых соединений (РС), основными показателями которой являются нераскрытие стыка, в том числе статическая и усталостная прочность, а также отсутствие релаксации, самоотвинчивания и повреждений соединяемых деталей, является сложной задачей, которая не решена до настоящего времени. Во многих публикациях рассмотрена проблема надёжности РС и предложены мероприятия по её повышению. Вместе с тем, для крупносерийного автоматизированного производства, при котором невозможен сплошной контроль резьбовых деталей (РД), технически осуществимым является только снижение процента бракованных РС. Как показано в [1-3], доля РД, поступающих на автоматизированную сборочную линию и имеющих различные погрешности изготовления, не выявленные при выборочном контроле и не обнаруживаемые визуально, может достигать 12,6%, что приводит к появлению в готовых изделиях РС с пониженной прочностью, отказы которых происходят до истечения нормативного времени наработки. Технологические причины следует признать доминирующими факторами, вызывающими отказы РС при эксплуатации сложных изделий машиностроения.

Рассмотрим пример технологического процесса изготовления болта крепления головки цилиндров к блоку цилиндров автомобильных двигателей для простейшего случая, когда текущее значение диаметра является суммой следующих слагаемых [2,3]:

$$\xi_k(\phi, z) = r + x_k \cos(k\phi + \psi_k) + \alpha \left(z - \frac{L}{2} \right) \quad (k=2, \dots, p). \quad (1)$$

В качестве допущений отметим, что вероятностью наличия изгиба оси заготовки пренебрегаем, а изготовление болтов происходит в условиях массового производства, по одному чертежу и фиксированному технологическому процессу, при многократном воспроизведении одного и того же комплекса начальных условий. В

рассматриваемом случае первое слагаемое правой части можно считать случайной величиной, а второе и третье — случайными функциями.

Случайная величина r , входящая в (1), описывает погрешность радиуса среднего цилиндра, определяемого как среднее значение функции $\xi_k(\phi, z)$. Следовательно, эта величина определяет отклонения собственно размера, который при этом случайным образом изменяется от детали к детали и сохраняет постоянное значение по всей длине для единичного экземпляра детали и может быть определена по формуле

$$r = \frac{r_0 + r_L}{2}, \quad (2)$$

где

r_0 и r_L — радиусы средних окружностей, проведенных через профили начального $z = 0$ и конечного $z = L$ поперечного сечений детали.

Случайные функции

$$x_k \cos(k\phi + \psi_k)$$

и

$$\alpha \left(z - \frac{L}{2} \right)$$

выражают отклонения текущих размеров по углу поворота и оси детали и, следовательно, определяют погрешность формы в поперечном (овальность или огранка с различным числом вершин) и продольном (конусообразность) сечениях. Аддитивная комбинация этих случайных функций характеризует отклонения текущего размера одновременно по двум переменным z, ϕ и дает в результате общую ошибку формы (нецилиндричность) детали. Каждое слагаемое текущего размера (1) описывает совместное действие технологических факторов, возникающих при изготовлении цилиндрических деталей. Величины, характеризующие степень воздействия каждого из этих факторов, могут быть систематическими и случайными.

Для единичных экземпляров деталей вариации текущего размера по углу поворота и осевой координате представляют собой детерминированные функции $\xi_k^{(i)}(\phi, z)$ ($i=1, 2, \dots, n$), называемые реализациями и принадлежащие случайной функции (1). В качестве примера на рисунке 1 показана i -я реализация случайной функции, заданной в виде суммы (1) для $k=2$, представляющая собой реальную цилиндрическую заготовку под накатывание резьбы, отличающуюся от идеальной погрешностью размеров и формы в поперечном и продольном сечении. Пусть r , x_k и a в формуле (1) для партии деталей есть независимые между собой случайные величины. Интерес представляет случай, когда общая ошибка формы цилиндрической поверхности является функцией двух более простых погрешностей: овальности или огранности и конусообразности. В этом случае общая погрешность размеров цилиндрических деталей комбинируется аддитивно и мультипликативно и определяется следующим образом:

$$\xi_k(\phi, z) = r + (a + bz) \cos(k\phi + \psi_k)$$

Направление дальнейших исследований связано с поиском эффективных способов снижения погрешностей РД.

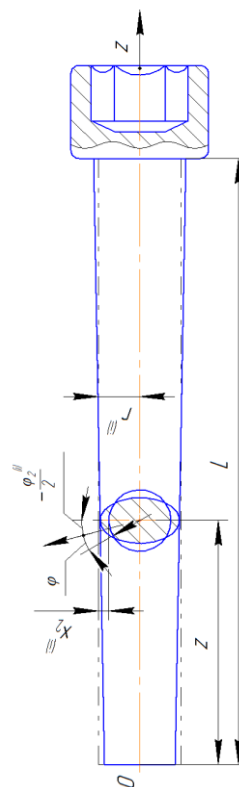


Рисунок 1 — Основные погрешности заготовки под накатывание резьбы

Список литературы

1. Хейфец М.Л. Управление наследованием показателей качества при восстановлении, обработке, сборке и эксплуатации деталей машин / М.Л. Хейфец, А.А. Лысов, Н.А. Кусакин, Г.Б. Премент // Известия МГТУ «МАМИ» — 2008. — №2(6) — С.323 - 329.
2. Технологические основы управления качеством машин / А.С. Васильев [и др.] —М.:Машиностроение, 2003. — 256 с.
3. Ящерицын П.И. Технологическая наследственность в машиностроении / П.И. Ящерицын, Э.В. Рыжов, В.И. Аверченков — Минск: Наука и техника, 1977. — 256с.

УДК 681.2.083

ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА К ШЛИФОВАЛЬНОМУ СТАНКУ

А.А. Петрова, магистрант,

О.В. Филипович, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: ya392386995@bigmir.net

Рассматриваются последовательно выполняемые операции изготовления партии валов на круглошлифовальном станке и послеоперационного контроля. Целью работы является разработка информационно-управляющей системы (ИУС) станка, производящей по результатам измерения оценку истинных значений параметров и формирование управляющих воздействий.

Внедрение информационно-управляющих систем на базе использования современных средств вычислительной техники и математических методов является перспективным направлением совершенствования методов управления технологическими процессами. Под ИУС понимается система, обеспечивающая автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления процессом [1]. Управление является автоматическим, т.е. решения об использовании элементов рабочего цикла принимает система управления без участия оператора. Она же выдает команды на включение и выключение механизмов станка и управляет его работой.

Математическое описание технологического процесса формообразования деталей с точки зрения получения требуемого показателя качества подробно изложено в [2]. В качестве основного критерия точности обработки деталей выбирается линейный размер в фиксированном сечении при пренебрежении погрешностями формы. Получение требуемого показателя связано со сложным процессом формообразования в условиях динамически изменяющейся недетерминированной среды.

Структура всей системы показана на рисунке 1. Она состоит из следующих элементов:

- круглошлифовальный станок;

- измерительное устройство;
- ИУС с подсистемой оценки результатов и устройством управления.

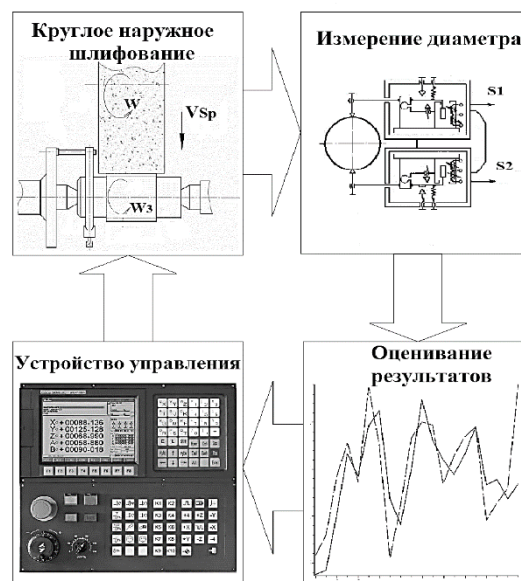


Рисунок 1 – Структура системы

Для оценки отклонения величины размерной настройки в каждом цикле предлагается использовать рекуррентный алгоритм при описании исследуемого динамического дискретного процесса в пространстве состояний [3]. При описании модели процесса разностными уравнениями первого порядка используются уравнения фильтра Калмана. Алгоритм рекуррентного оценивания реализован в компьютерной математической системе Maple. Результаты моделирования будут приведены в докладе.

Список литературы:

1. Горенский Б.М. Информационно-управляющие системы: учебное пособие /Б.М. Горенский, О.В. Кирякова, Л.А. Лапина [и др.]. – СФУ ИЦМиМ. – Красноярск, 2008. – 146 с.
2. Гейлер З.Ш. Самонастраивающиеся системы активного контроля. – 2-е изд., перераб. и доп. /З.Ш. Гейлер. – М. – Машиностроение, 1978. – 224с.
3. Воскобойников Ю.Е. Рекуррентное оценивание вектора состояния динамических систем / Воскобойников Ю.Е. - Новосибир.: НГТУ, 2014. - 136 с.

УДК 621.822.082

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ С РЕЗЬБОЙ НА КАЧЕСТВО РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СБОРКОЙ

М.Л. Роза, студент,

В.М. Липка, магистр

Ю.Л. Рапацкий, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: u.l.rapatskiy@mail.ru

Надежность машиностроительной продукции существенно зависят от качества сборки резьбовых соединений (РС), составляющих до 35-40% общего количества различных средств сопряжения деталей и узлов, трудоемкость их сборки достигает 50% всего объема сборочных работ. Среди факторов, определяющих качество и эксплуатационную надежность РС, следует отметить прочностные характеристики и структуру материалов, применяемую технологию изготовления деталей с резьбой, геометрические размеры и форму резьбовых поверхностей, сочетание их полей допусков, используемый при сборке метод затяжки, а также значения сил, действующих в процессе свинчивания и в затянутом соединении. Исследования [3] показали, что при автоматизированной сборке изделий машиностроения (ИМ) в условиях крупносерийного производства, существенное влияние на качество РС, наряду с перечисленными выше факторами, имеет также шероховатость сопрягаемых резьбовых поверхностей, которая в значительной мере определяет фактическое значение силы трения в соединении. Вместе с тем, процессы взаимодействия шероховатых резьбовых поверхностей, контактирующих между собой при свинчивании и затяжке РС, в литературе рассмотрены недостаточно подробно.

При затяжке РС крутящий момент $M_{кл}$, прикладываемый к ключу, уравнивается суммой двух моментов [1]:

$$M_{кл} = M_p + M_T, \quad (1)$$

где $M_{кл}$ - крутящий момент на ключе; M_p - момент в резьбе; M_T - момент сил трения по торцу головки болта либо гайки. При автоматизированной сборке свинчивание и затяжка РС производятся, как правило, с помощью одно- либо многшпindelных гайковертов, отрегулированных на величину крутящего момента, при достижении которого дальнейшая затяжка прекращается. По данным [1,3], разброс фактических значений крутящего момента на ключе $M_{кл}$, определяемого из выражения (1), только из-за погрешностей гайковертов может в отдельных случаях достигать

$\pm 35\%$, что совершенно недопустимо, особенно при сборке групповых РС и приводит к отказам последних в процессе эксплуатации. Конструкция большинства гайковертов, в том числе для автоматизированной сборки групповых РС, не позволяет диагностировать возникновение и возрастание натяга в процессе свинчивания, за счет которого происходит деформация резьбовых поверхностей. При этом энергия вращающегося шпинделя гайковерта расходуется главным образом не на создание необходимого натяжения стержня болта либо шпильки, а на преодоление момента сопротивления вращению. Таким образом, затяжка автоматически прекращается при достижении заранее установленного значения момента $M_{кл}$, а необходимая величина натяжения стержня болта либо шпильки при этом не обеспечивается, что приводит в процессе эксплуатации к раскрытию стыка и отказу РС, особенно при приложении знакопеременных нагрузок. Кроме того, момент в резьбе M_p зависит не только от значений зазора либо натяга в РС и величин шероховатости деталей с резьбой, но и от попадания различных загрязнений на резьбовые поверхности, а также наличия смазки на последних и ее свойств. Рассмотрим подробнее процессы деформации шероховатых резьбовых поверхностей в процессе автоматизированной сборки РС. При автоматизированной сборке РС происходит непосредственное контактирование поверхностей деталей с резьбой. Будем считать, что в процессе контакта резьбовых деталей имеет место нормальное нагружение контактирующих поверхностей и выступы шероховатости, первыми вступившие в контакт, пластически деформируются на величину $y_{пл.в.ш}$, которая может быть рассчитана по формуле [2]:

$$y_{пл.в.ш} = Rp_{исх} \left(\frac{100N}{A_c t m_{исх} \cdot 3U_{исх} \sigma_T} \right)^{1/y_{исх}}$$

где $Rp_{исх}$ — высота сглаживания исходной шероховатости, вступившей в контакт; N — нагрузка на контактирующие поверхности; A_c — контурная площадь контактирующих деталей;

$tm_{исх}$ — относительная длина опорной поверхности на уровне средней линии для исходной шероховатости; $U_{исх}$ — исходная степень наклепа контактирующей поверхности; σ_T — предел текучести контактирующей детали; $v_{исх}$ — параметр исходной шероховатости.

Исходя из предположения о постоянстве объема металла при пластическом деформировании, в процессе экспериментов получили подтверждение выводы [1,2] о том, что металл вершин микронеровностей по мере увеличения фактического давления течет к их основанию и постепенно заполняет впадины. Взаимодействие микроволн текущего металла соседних микронеровностей приводит к уменьшению средней глубины впадин. Экспериментально установлено, почему высота микронеровностей при их пластической деформации уменьшается на большую величину, чем $u_{пл.в.ш.}$. Исходя из равенства объема металла до и после пластического деформирования, это уменьшение будет $2u_{пл.в.ш.}$ [2]:

$$\Delta Rz = 2u_{пл.в.ш.}$$

Шероховатость поверхности, не вступившей в контакт, остается без изменения. Таким образом, шероховатость контактирующих поверхностей будет находиться в диапазоне от $Rz_{эсп} = Rz_{исх} - 2u_{пл.в.ш.}$ до $Rz_{исх}$.

Зависимость изменения шероховатости от давления благодаря пластическим деформациям при контактировании наглядно проявляется во время вдавливания сферического индентора ($d=6\text{мм}$) в шероховатую поверхность, как показано на рисунке 1. Наряду с шероховатостью, таким же изменениям будет подвержена и волнистость контактирующих поверхностей. Дальнейшее увеличение контактных давлений приводит к распространению зоны пластических деформаций на волны и к их основанию и к уменьшению их высоты на $2u_{пл.в.}$.

Аналогично шероховатости высота волн контактирующих поверхностей будет находиться в диапазоне от $Wz_{эсп} = Wz_{исх} - 2u_{пл.в.}$ до $Wz_{исх}$. Т.к. фактическая площадь контакта составляет малую часть по сравнению с геометрической, то на ее участках возникают высокие давления, вызывающие их пластические деформации и упрочнение.

Список литературы:

1. Иосилевич Г.Б. Затяжка и стопорение резьбовых соединений: Справочник/Г.Б. Иосилевич, Ю.В. Шарловский – 2-е изд. – М.:Машиностроение, 1985. -224 с.
2. Суслов А.Г. Инженерия поверхности деталей /А.Г. Суслов, В.Ф. Безязычный и др. – Под. ред. А.Г. Суслова – М: Машиностроение, 2008. -320 с.
3. Рапацкий Ю.Л. Исследование влияния параметров резьбовых крепежных деталей на качество сборки изделий машиностроения / Ю.Л. Рапацкий, В.М. Липка // Сборка в машиностроении, приборостроении. №2 — 2010. — С.20 — 27.

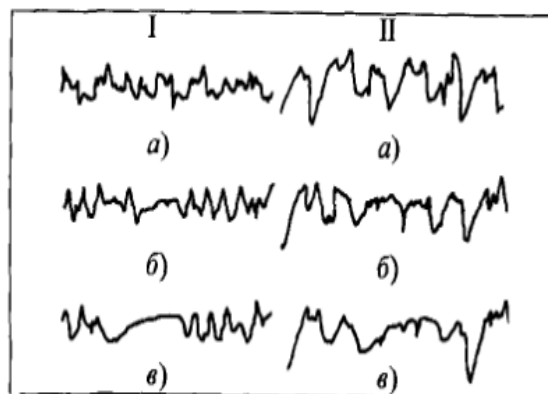


Рисунок 1 — Изменение шероховатости при пластическом деформировании:

I — $Ra=1,0$ мкм; II — $Ra=2,0$ мкм; а-б — соответственно $P=10;100$ и 250Н

Исследование резьбовых поверхностей деталей с наружной резьбой, изготовленных различными способами, подтвердило, что в условиях крупносерийного и массового производства метизов наименьшая шероховатость при минимальной себестоимости обеспечивается при резбонакатывании на двухроликовых станках. Вместе с тем, как показали эксперименты, износ резбонакатных роликов увеличивает шероховатость резьбовых поверхностей, в связи с чем целесообразно своевременно заменять изношенные инструменты и принимать меры по их восстановлению и увеличению стойкости [2,3]. Таким образом, снижение шероховатости резьбовых поверхностей позволяет обеспечить существенно более стабильное качество автоматизированной сборки РС и значительно уменьшить процент брака, вызванного недостаточным натяжением стержня болта либо шпильки после окончания затяжки при достижении расчетного крутящего момента на ключе.

Направление дальнейших исследований связано с технологическим обеспечением стабильного качества деталей с резьбой и совершенствованием технологии автоматизированной сборки РС, что позволит повысить надежность и долговечность изделий машиностроения.

УДК 621.717

СЕЛЕКТИВНАЯ СБОРКА ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ

Р.В. Романюк, магистрант,

Г.В. Невар, аспирант

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская федерация, 299053

e-mail: GalinaNevar@yandex.ru

Плунжерная пара представляет собой основную часть дизельных насосов и служит для всасывания топлива из полости низкого давления и циклического нагнетания, строго дозированной его порций под высоким давлением (до 108 Па в импульсе) в трубопроводы, связанные с топливными форсунками двигателя.

Плунжерная пара насоса НД-21/2-4 состоит из трех основных деталей: втулки, плунжера и дозатора, изготовление и сборка которых представляют наибольшие трудности (рисунок 1) [1].

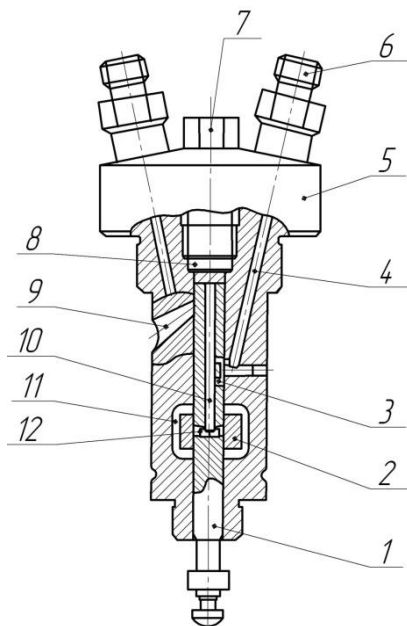


Рисунок 1 – Эскиз плунжерной пары

В верхней части втулки расположена головка 5, на которой устанавливаются штуцеры топливопроводов высокого давления с нагнетательными клапанами 6, соединенные распределительными каналами 4 с внутренней полостью втулки, и пробка 7, герметизирующая сверху внутреннюю полость. В нижней части втулки имеется прямоугольное сквозное отверстие 11 для отвода топлива после отсечки, в котором размещен дозатор 2, надетый на плунжер 1 и имеющий некоторую свободу перемещения вдоль оси плунжера. Впускные отверстия 9, расположенные на боковой поверхности втулки, соединяют ее внутреннюю полость с полостью низкого давления насоса. Вдоль оси плунжера проходит

нейтральное отверстие 10 связывающее надплунжерное пространство втулки 8 с распределительным пазом плунжера 3 и отсечным пазом треугольного профиля 12.

При функционировании насоса плунжер совершает возвратно-поступательные движения вдоль своей оси. Движение плунжера вниз приводит к открытию спускных отверстий, через которые топливо на полости низкого давления насоса всасывается в надплунжерное пространство. При этом отсечной паз 12 перекрывается дозатором, фиксированным в определенном положении внутри сквозного отверстия втулки, а нагнетательные клапаны запирают каналы 4. При движении плунжера вверх впускные отверстия перекрываются, топливо сжимается в надплунжерном пространстве и подается к распределительному пазу 3, который при вращении плунжера поочередно соединяет распределительные каналы во втулке с надплунжерным пространством. Под действием высокого давления нагнетательные клапаны открываются и пропускают порцию топлива в топливопроводы высокого давления, связанные с форсунками. Дальнейшее движение плунжера вверх ведет к открытию отсечного пазы 12 в полость низкого давления насоса. Давление в надплунжерном пространстве резко падает, и подача топлива к форсункам прекращается. Затем весь цикл повторяется. Объем порции топлива, нагнетаемого в топливопроводы за один период движения плунжера, а следовательно, и производительность насоса регулируются положением дозатора в отверстиях втулки.

Уплотнение между трущимися деталями в плунжерной паре, предохраняющее от паразитных утечек топлива, достигается за счет того, что зазоры между сопряженными поверхностями втулки, дозатора и плунжера малы.

Диаметральные зазоры в сопряжении плунжер – втулка имеют порядок 1...3 мкм, а в соединении плунжер – дозатор – 0,1...1,1 мкм. Таким образом, внутренние цилиндрические поверхности втулки и дозатора и наружная цилиндрическая поверхность плунжера являются прецизионными. Длина соответствующих поверхностей втулки и плунжера составляет около 55 мм, а дозатора – 8 мм при номинальном диаметре плунжера 8 мм.

Рассмотрим теперь технологический процесс ручной сборки плунжерных пар. После проявления окончательных доводочных операций прецизионные детали плунжерной пары поступают на позицию контроля погрешностей формы. У плунжера контролируется огранка цилиндрической поверхности вблизи рабочего торца. Допуск на огранку плунжера составляет 0,4 мкм. Втулка контролируется по двум параметрам: прямолинейности оси и конусности прецизионной поверхности. Допуски для них равны соответственно 0,75 и 1 мкм, причем конусность определяется как разность диаметров в нижнем и верхнем сечениях втулки и должна быть положительной. Обратная конусность не допускается. Измеряемыми параметрами дозатора являются конусность и отклонение от круглости внутренней поверхности дозатора. Допуски для них равны 0,3 мкм.

Детали, прошедшие контроль погрешностей формы прецизионных поверхностей, направляются на участок сборки, где предварительно их сортируют на размерные группы по одному размеру – диаметру в среднем сечении. Технологией предусматривается разбиение всего поля допуска измеряемого диаметра каждой из деталей, значение которого составляет 0,047 мм, на 47 групп с групповым допуском 1 мкм. Это обеспечивает отклонение зазора между сопрягаемыми поверхностями от середины поля допуска при сборке деталей из одноименных групп не более чем на 0,5 мкм.

Однако реально число групп достигает 100 и более. Это связано с тем, что при повторных доводках деталей, отбракованных при контроле погрешностей формы и при выходном контроле узлов в ОТК, их размеры начинают выходить за поле допуска. При этом диаметры втулок и дозаторов увеличиваются, а плунжеров — уменьшаются. Поскольку чаще всего недопустимыми дефектами формы обладают втулки, именно они определяют выход основного размера за поле допуска в большую сторону, что приводит к появлению деталей, относящихся к группам с номерами, большими 50-ти. Точность изготовления плунжеров и дозаторов существенно выше, чем втулок. Так, при фиксированной настройке станков, на которых изготавливаются плунжеры, их

диаметры имеют разброс не более ± 3 мкм. Для дозаторов этот показатель несколько хуже, Это позволяет изготавливать плунжеры и дозаторы «на заказ» к некомплектным втулкам, меняя настройку станков, и сводить к минимуму объем незавершенного производства ценой расширения поля рассеяния размеров деталей и увеличения числа групп.

Детали на группы сортируют на основании измерений, вводимых вручную при температуре окружающего воздуха $20 \pm 3^\circ\text{C}$. Детали собирают вручную последовательно, подбирая к втулке подходящий плунжер, а затем к плунжеру — дозатор. Качество сборки на этом этапе сборки определяют интуитивно на основании собственного опыта. Узлы собирают с возможно меньшими зазорами в сопряжениях, но так, чтобы сохранить относительную подвижность деталей. Поскольку при сортировке деталей погрешности их формы, сравнимые по размерам с требуемыми зазорами не учитываются, детали из одноименных групп далеко не всегда могут быть качественно собраны. Это приводит к необходимости подбирать, детали из соседних и даже более далеких групп. В среднем каждая сборщица делает около шести попыток подобрать сопрягаемые детали.

В результате такой сборки в среднем по результатам гироиспытаний забраковывается около 12% плунжерных пар.

Для повышения точности сборки, снижения брака и уменьшения количества незавершенного производства предложено автоматизировать процесс сборки плунжерных пар, используя при их комплектовании метод межгрупповой взаимозаменяемости [2,3].

Одну из задач, решаемую с использованием данного метода, можно сформулировать так: при заданном числе и предельных отклонениях частей селективных групп оценить применимость имеющегося алгоритма комплектования, обеспечивающего минимальное количество незавершенного производства при неизменных требованиях к точности замыкающего звена. Ее решение будет приведено в докладе.

Список литературы:

1. Катковник В.Я. Основы теории селективной сборки /В.Я. Катковник, А.И. Савченко. – Л.: Политехника, 1991. – 303 с.
2. Сорокин М.Н., Ануров Ю.Н. Селективная сборка в машиностроении -М.: Издательство Машиностроение, Сборка в машиностроении, приборостроении, № 8, -2011, -с. 16-19.
3. Невар Г.В., Романюк Р.В., Петрова А.А., Балакина Н.А. Межгрупповая взаимозаменяемость как способ улучшения показателей селективной сборки. Региональная студенческая научно-техническая конференция/ «Прогрессивные направления развития машиноприборостроительных отраслей и транспорта»/ Сборник статей. — ФГАОУ ВО «СевГУ», г. Севастополь, 2016. – С 51-53.

УДК 62.85

УПРАВЛЕНИЕ ЛИНЕЙНЫМ ПНЕВМОПРИВОДОМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ШИХТОВКИ СЕРДЕЧНИКА ТРАНСФОРМАТОРА

М.С. Семидетнов, студент,

М.М. Майстришин, доц., канд. техн. наук, научный руководитель,

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: mihailem.semidetnov@mail.ru

Автоматизация процесса шихтовки заключается в укладке пластин в заданной последовательности с помощью портального пневматического привода с вакуумными захватами. Захваты расположены на специальной раме. Рама в свою очередь крепится к штоку линейного пневматического привода. При быстром перемещении возникают изгибные колебания упругой конструкции в точках позиционирования привода, что влияет на погрешность укладки пластин или ограничивает производительность.

Задача исследования – найти управление пневматическим приводом, позволяющее повысить скорость перемещения пластин и исключать колебания упругой конструкции в точках позиционирования.

На рисунке 1 изображена схема перемещения упругого объекта пневматическим приводом.

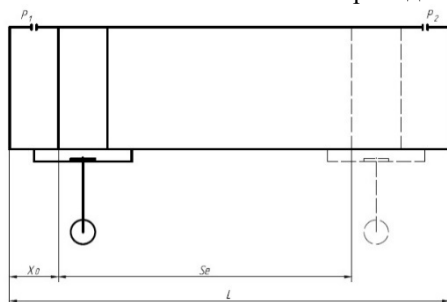


Рисунок 1 – Схема перемещения упругого объекта

В качестве закона переносного движения выбран известный закон, применяемый для перемещения упругих объектов. [1]

$$U_e = \frac{d^2 S_e}{dt^2} = \frac{Lp^2}{2\pi} \sin pt, \quad (1)$$

$$S_e = \frac{L}{2\pi} (pt - \sin pt); V_e = \frac{Lp}{2\pi} (1 - \cos pt).$$

где L – ход поршня цилиндра, $T = \frac{2\pi}{p}$ – общее

время движения, $p = \frac{\omega}{n}$, $n = 2, 3, 4, \dots$, ω – частота собственных колебаний.

Уравнение динамики переносного движения в данном случае принимает вид [3]:

$$m_* \frac{d^2 S_e}{dt^2} = (P_1 - P_2)S - F_{mp} - n_1 \frac{dS_e}{dt}, \quad (2)$$

где $m_* = m_o + m_n$, m_o – масса перемещаемого объекта; m_n – масса поршня; P_1 – давление в полости нагнетания пневмоцилиндра; P_2 – давление в полости срабатывания; S – площадь поперечного сечения поршня цилиндра; F_{mp} – сила сопротивления; n_1 – коэффициент пропорциональности (при линейно-вязком сопротивлении).

Давления в полостях пневмоцилиндра (P_1 и P_2), обеспечивающие необходимый закон перемещения находятся из выражений:

$$P_1(t) = [SL\gamma RT + (L - x_0 - S_e) \cdot m \ddot{S}_e] / LS;$$

$$P_2(t) = [SL\gamma RT + (-x_0 - S_e) \cdot m \ddot{S}_e] / LS,$$

где $m = S \cdot L \cdot \gamma$; γ – плотность воздуха, x_0 – координата, определяющая длину полости предварительного наполнения; R – универсальная газовая постоянная; T – абсолютная температура.

Масса воздуха в полостях нагнетания и срабатывания изменяется по законам:

$$\frac{dm_1}{dt} = \left[\frac{dP_1}{dt} (x_0 + S_e(t)) + P_1 \frac{dS_e}{dt} \right] \frac{S}{RT},$$

$$\frac{dm_2}{dt} = \left[\frac{dP_2}{dt} (L - x_0 - S_e(t)) - P_2 \frac{dS_e}{dt} \right] \frac{S}{RT}.$$

Массовый расход в нагнетательной и срабатывающей магистрали через дроссель определяется как:

$$G_1 = \frac{dm_1}{dt} = \mu_* \delta_1 P_m \sqrt{\frac{1}{2RT} \left(\frac{P_1}{P_m} \right) \left(1 - \frac{P_1}{P_m} \right)}$$

$$G_2 = \frac{dm_2}{dt} = \mu_* \delta_2 P_m \sqrt{\frac{1}{2RT} \left(\frac{P_2}{P_m} \right) \left(1 - \frac{P_2}{P_m} \right)}$$

где $\delta(t)$ – площадь дроссельного отверстия; $\mu_* = \text{const}$.

Закон изменения проходного сечения дросселя для реализации выбранного закона переносного движения:

$$\delta_1(t) = \frac{S [\dot{P}_1 (x_0 + S_e(t)) + P_1 \dot{S}_e(t)]}{\mu_* P_m \sqrt{1 - P_1 / P_m}}$$

$$\delta_2(t) = - \frac{S [\dot{P}_2 (L - x_0 - S_e(t)) - P_2 \dot{S}_e(t)]}{\mu_* P_m \sqrt{1 - P_2 / P_m}}$$

Уравнение относительного движения [2]:

$$\frac{d^2 x_r}{dt^2} + \omega^2 x_r = -U_e, \quad (3)$$

где $\omega = \sqrt{\frac{c}{m}}$, c - коэффициент жесткости;
 m - сосредоточенная масса.

При движении из состояния покоя (при $t = 0$, $x_r(0) = 0$, $\dot{x}_r(0) = 0$), решение уравнения (3) примет вид:

$$x_r(t) = \frac{Lp^2}{2\pi(p^2 - \omega^2)} \left(\sin pt - \frac{p}{K} \sin \omega t \right)$$

Исходные данные для моделирования
 $L = 2800 \text{ мм}$, $T = 3 \text{ с}$, $S = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$, $\gamma = 1,29$,
 $\mu = 0,845$, $Pm = 6 \cdot 10^5 \text{ Па}$, $P_1 = 5,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

Графические зависимости изменения скорости, ускорения, переносного движения, колебания упругого объекта, а также изменения давления в полости срабатывания линейного пневматического привода и изменения проходного сечения пропорционального распределителя представлены на рисунках 2,3,4,5,6.

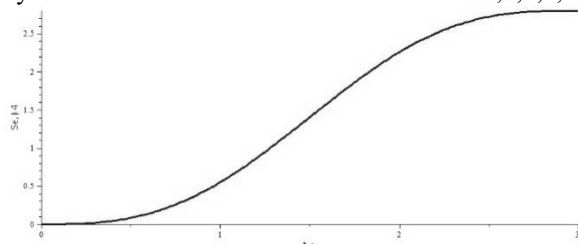


Рисунок 2 – График переносного движения

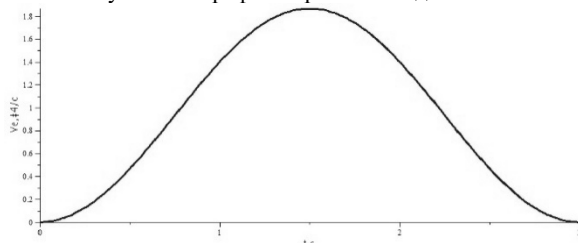


Рисунок 3 – Изменение скорости переносного движения

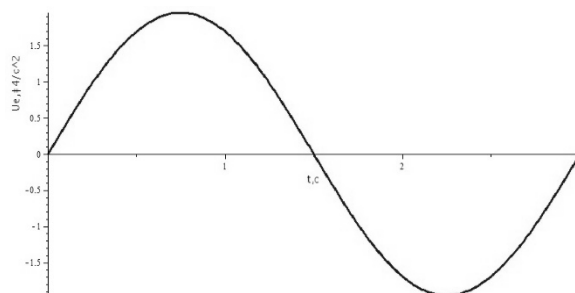


Рисунок 4 – Изменение ускорения переносного движения

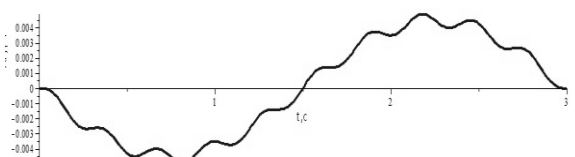


Рисунок 5 – Колебания упругого объекта

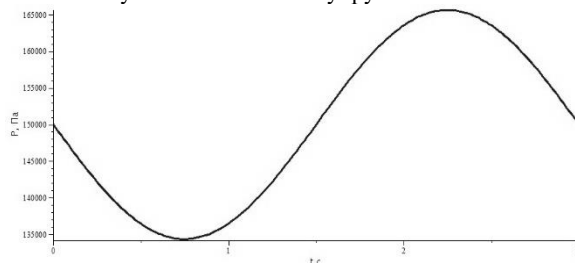


Рисунок 6 – Изменение давления в полости срабатывания пневмопривода

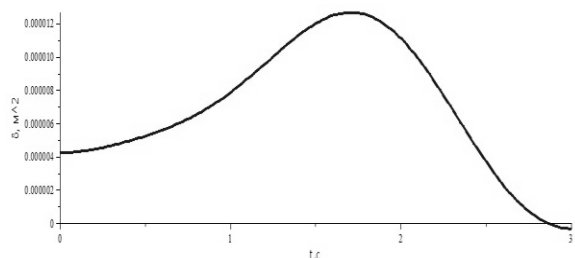


Рисунок 7 – Изменение условного прохода распределителя

Результаты математического моделирования иллюстрируют, что найденное управление изменения проходного сечения управляемого пневматического дросселя позволит реализовать переносное движение, исключающее колебания нежесткой конструкции, автоматизированного комплекса шихтовки.

Список литературы:

1. Бохонский А.И. Оптимальное управление переносным движением деформируемых объектов: теория и технические приложения/ А.И. Бохонский, Н.И. Варминская, М.Н. Мозолевский, – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2007. – 296с
2. Бидерман В.Л. Прикладная теория колебаний/ В.Л.Бидерман. – М.: Изд-во Высш. школа, 1972. – 416с.
3. Герц Е.В. Динамика пневматических систем / Е.В. Герц. – М.: Машиностроение, 1985. – 256с

УДК 62-522.7(075.8)

ПОИСК ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ УСТРОЙСТВ ДЕМПФИРОВАНИЯ ЦИКЛОВОГО ПНЕВМОПРИВОДА НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА SOLVING MILL

И.И. Смолиенко, студент,

А.Г. Карлов, доцент, канд. тех. наук, научный руководитель
ФГАОУ ВО «Севастопольский госдуратственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская федерация, 299053

e-mail: vanek_smolienko@mail.ru

Во многих отраслях промышленности при автоматизации технологических процессов широко и успешно применяются пневматические приводы с цикловым управлением. Для обеспечения достаточно широкого диапазона скоростей и полезной нагрузки традиционно применяют устройства пневматического демпфирования. Для этого в крышки пневмоцилиндра встраивают дроссели демпфирования и специальные манжеты, а система поршень-шток снабжается демпфирующими втулками. Такая относительно простая конструкция обеспечивает возможность ручной настройки режима торможения подвижной массы, связанной со штоком. При возрастании массы и/или скорости движения подсистемы шток-поршень-полезная нагрузка наладчик закручивает винт демпфирования и снижает расход воздуха из полости опорожнения. Таким образом возникает эффект воздушной подушки и подсистема шток-поршень-полезная нагрузка плавно приближается к конечной координате своего хода. При снижении массы и/или скорости движения подсистемы наладчик должен произвести обратную настройку, т.е. увеличить расход воздуха из полости опорожнения, чтобы обеспечить плавное торможение и максимальную возможную производительность.

Таким образом, адаптация динамики циклового пневмопривода с описанной выше системой демпфирования требует ручной настройки системы демпфирования при каждом изменении нагрузки или скорости движения. При этом возникает еще проблема усложнения конструкции привода, а значит и стоимости его изготовления и переналадки. Правда этот вариант конструкции позволяет обеспечить достаточно широкий диапазон регулирования скорости поршня в конце хода в зависимости от перемещаемой пневмоприводом массы и геометрических параметров пневмоцилиндра.

Есть иные решения такой проблемы. Так например, известен цикловой пневмопривод с многоступенчатым регулированием процесса демпфирования поршня в конце хода, который не содержит устройства демпфирования штока на основе регулируемого дросселя, встроенного в крышку. Процесс демпфирования при этом реализуется за счет обеспечения сброса воздуха из полости опорожнения путем наезда демпфирующей

втулки на тормозную манжету с конструкцией, обеспечивающей сброс воздуха через саму демпфирующую втулку. При этом, закон изменения пропускной способности в конце хода таким, чтобы демпфирование работало в максимально широком диапазоне скоростей и масс.

Прототип компании Camozzi [1] представлен на рисунках 1 и 2

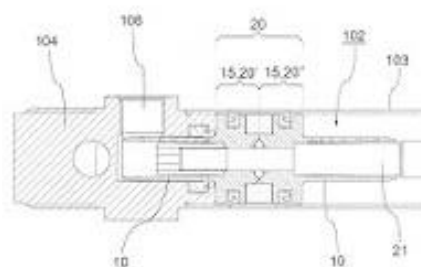


Fig.6

Рис.1 Цилиндр в разрезе

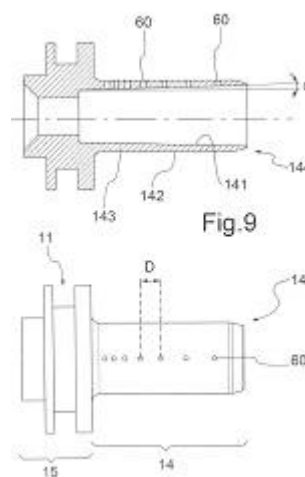


Fig.9

Рис. 2 Демпфирующая втулка пневмоцилиндра

На рис. 3 представлен график изменения скорости движения штока-поршня при реализации предложенного компанией Camozzi устройства демпфирования.

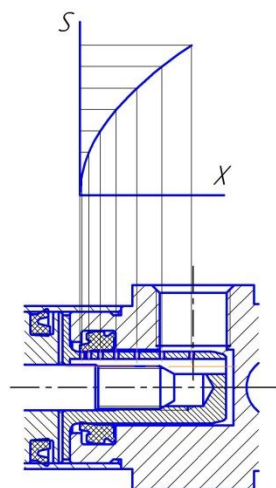


Рис. 2 Координаты отверстий в демпфирующей втулке и график торможения штока.

Такой цикловой пневмопривод (с многоступенчатым регулированием процесса демпфирования поршня в конце хода) не содержит устройства демпфирования штока на основе регулируемого дросселя, встроенного в крышку. Процесс демпфирования реализуется за счет обеспечения сброса воздуха из полости опорожнения путем наезда демпфирующей втулки на тормозную манжету с конструкцией, обеспечивающей сброс воздуха через саму демпфирующую втулку. При этом, закон изменения пропускной способности в конце хода проектируют таким, чтобы демпфирование работало в максимально широком диапазоне скоростей и масс. Демпфирующие отверстия или канавки в демпфирующей втулке изготавливают по разным законам, с различной геометрией. Но это не позволяет создать конструкцию, конкурентную с вышеописанным вариантом по диапазону рабочих скоростей и масс.

Несколько иная конструкция подобного метода демпфирования запатентована компанией Festo [2] и представлена на рисунках 4 и 5.

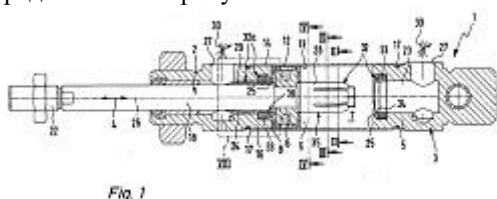


Рис. 4 Пневмоцилиндр в разрезе

Данный патент компании Festo позволяет обеспечить процесс демпфирования штока.

Список литературы:

1. <http://www.camozzi.com>
2. EP 2047116 B1 Fluid-actuated linear unit, in particular linear drive.
3. <http://www.target-invention.ru>

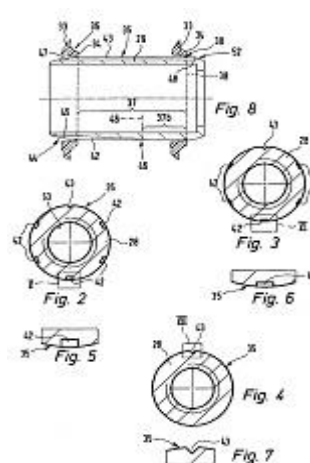


Рис.5 Демпфирующая втулка в разрезе

Это реализуется за счет уменьшения расхода сжатого воздуха при взаимодействии демпфирующей втулки с продольными канавками на наружной поверхности демпфирующей втулки. Однако и это изобретательское решение не позволяет создать конструкцию, конкурентную с вышеописанным вариантом по диапазону рабочих скоростей и масс, хотя и упрощает технологию изготовления системы демпфирования.

В докладе представлены подходы к решению указанной проблемы посредством применения компьютерной программы Solving Mill таких инструментов, как «Дерево эволюции» и АИПС (Алгоритм исправления проблемной ситуации). Они разработаны Мастером ТРИЗ из Минска Н. Шпаковским и предназначены для поддержки решения нетривиальных (изобретательских) задач [3].

Так один из путей разрешения противоречия в сформулированной выше задаче подсказан софтом Solving Mill и состоит в том, чтобы применить изобретательские приемы - асимметрию и переход в другое измерение при конструировании подсистемы демпфирования.

Софт этот успешно использован и для обучения студентов ВУЗов России, Китая, Ю. Кореи, Германии и других стран. Предусмотрена возможность создания учебных онлайн-групп, управляемых преподавателем. Отчеты о решенных задачах в формате, Word или HTML можно накапливать и далее использовать в своих курсовых и дипломных проектах.

УДК 538. 446

ЗАДАЧИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРОЦЕССА РАЗЛИВА ОЛИВКОВОГО МАСЛА

Д.А. Сотников, студент

А.Г. Карлов, доц., научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Ул. Университетская, 33,г. Севастополь, Российская Федерация, 299053.

e-mail: d1massc@mail.ru

Современные линии разлива жидкостей представляют собой комплексы достаточно сложных видов технологического оборудования, обеспечивающих высокую степень механизации основных процессов и отвечающие серьезным производственным требованиям [2].

Увеличение производительности процесса разлива оливкового масла за счет изменения технических параметров оборудования, не всегда возможно, так как это может повлиять на качество разливаемой продукции, привести к нарушению технологии и появлению таких явлений как: вспениваемость масла, образование осадка, изменение вкусовых качеств продукта и др.

Поставленная задача решалась подбором следующих факторов:

- Изменением расхода, необходимого для наполнения бутылки за отведенное время. Расход определяется выражением (2):

$$Q = \rho VS, \quad (2)$$

Где ρ – плотность жидкости; V - средняя скорость потока; S – площадь сечения выходного отверстия [3].

Как видно, расход во многом зависит от плотности жидкости и площади сечения выходного отверстия (насадка разливной головки), а так же средней скорости движения масла [3].

- Модернизацией параметров ротора разливной машины, схема которого изображена на рис. 1.

Ротор состоит из резервуара для оливкового масла 1, регулятора уровня заполнения 2, системы регулирования 4 высоты карусели 6, подъемных столиков 5, разливочных головок 3, основания 7, системы приводов подъема и опускания столиков, зубчатого колеса 8 привода вращательного движения ротора [1].

В соответствии с циклограммой работы ротора (рис. 2) длительность цикла работы ротора

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{всп}}, \quad (3)$$

где $t_{\text{осн}}$ – время выполнения операций, технологического характера; $t_{\text{всп}}$ – время выполнения операций вспомогательного характера.

Основное время

$$t_{\text{осн}} = 0,5t_{\text{н.н}} + t_{\text{н.с}} + t_{\text{н.б}} + t_{\text{з.к}} + 0,5t_{\text{н.н}}, \quad (4)$$

где $t_{\text{п.п}}$ – время приема-передачи бутылки на позицию разлива; $t_{\text{всп}}$ – время поднятия стола; $t_{\text{н.б}}$ –

время наполнения бутылки маслом; $t_{\text{з.к}}$ – время закрытия клапана.

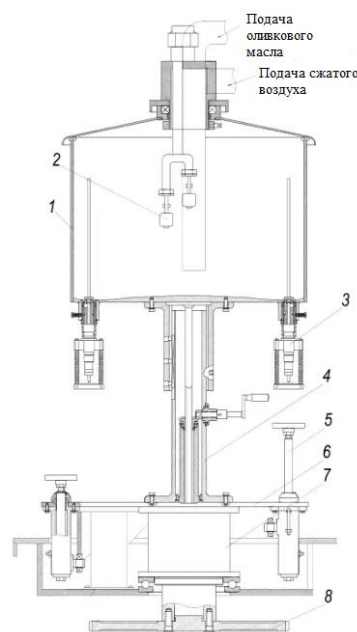


Рис. 1. Схема ротора разлива оливкового масла

В роторах разлива не предусмотрены устройства жесткой фиксации бутылок, это накладывает ограничения на скорость подъема и опускания тары: при подъеме скорость должна быть минимальной, так как возможны смещения бутылки и, как следствие, перекося.

Во время подъема бутылки непосредственно к торцу разливной головки скорость и ускорения подъема должны быть максимальными, так как при незначительном смещении или перекосе они нивелируются дозирующим патроном [1].

Время вспомогательного хода

$$t_{\text{всп}} = 0,5t_{\text{н.н}} + t_{\text{х.х}} + 0,5t_{\text{н.н}}, \quad (5)$$

При расчете встает вопрос о выборе закона перемещения для подъема бутылки к дозирующей головке. Наиболее предпочтительным для применения является синусоидальный закон движения. При его использовании в начале и конце перемещения стола получаются нулевые значения скорости и ускорения, что позволяет использовать траекторию с максимальным углом подъема.

Наибольшее время в технологическом процессе разлива занимает непосредственное наполнение бутылки жидкостью, которое определяется по формуле (6):

$$t_{н.б} = \frac{V_{доз}}{\mu_1 2\pi R_0 \sqrt{2gH_1}}, \quad (6)$$

где $V_{доз}$ – объем дозируемой жидкости, м³; μ_1 – коэффициент расхода; R_0 – радиус отверстия истечения оливкового масла, м; H_1 – напор жидкости в дозаторе, м.

Тогда, длительность рабочего цикла ротора разлива оливкового масла определяется по формуле (7):

$$T_{ц} = \frac{360 - \varphi_{х.х}}{360} \left(60 \frac{2S_{н.н}}{h\Pi} + \frac{60S_{\Sigma}}{\Pi h \cdot \operatorname{tg} \alpha} + t_{н.б} + \frac{60S_{\Sigma}}{\Pi h \cdot \operatorname{tg} \alpha} + 60 \frac{2S_{н.н}}{h\Pi} \right), \quad (7)$$

где $h=0,202$ м., минимальный шаг ротора; $\mu_1=1,8$; $H_1=0,3$ м; $R_0=8,2 \cdot 10^{-3}$ м; $V=0,2$ л.; $D_{б.ут}=49$ мм.; $\Pi=60/T_{ц}$ – производительность ротора, шт./мин.; $\varphi_{п.п}$ – угол поворота ротора; $S_{п.п}$ – длина дуги, образованной углом поворота ротора, м.;

По проведенным расчетам построим циклограмму работы ротора разлива оливкового масла:

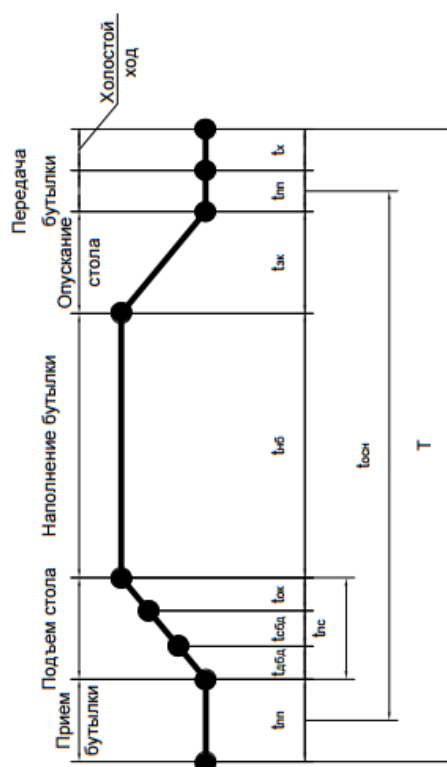


Рис.2. Циклограмма работы ротора разлива

В результате проведенных расчетов было выявлено, что у рассматриваемого ротора разлива оливкового масла есть резерв повышения производительности на 15% (с 45 до 53 шт./мин).

Список литературы:

1. Клусов И.А. Проектирование роторных машин и линий / И.А. Клусов. – М.: Машиностроение, 1990. – 320с.
2. Барекян А.Ш. Основы гидравлики и гидропневмоприводов: Учебное пособие. – 1-е изд. Тверь: 2006. – 84с.
3. Чупраков Ю.И. Гидропривод и средства гидроавтоматики. – М.: Машиностроение, 1979. – 23с.

УДК 517.977.5

ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДСТВ НА МОДЕРНИЗАЦИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЯЧЕЕК

К.Д. Степанова, студент

Р.И. Кирик, студент

А.В. Карпенко, студент

Д.В. Заморёнова, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: zamik@ukr.net

В настоящее время являются особо актуальными вопросы повышения надежности оборудования в плане снижения производственного травматизма, включая использование защитных устройств и индивидуальных средств защиты.

Это требует дополнительных капитальных вложений средств. Данные средства должны быть оптимально распределены между единицами оборудования на основе выбранного критерия, которым может служить минимум вероятности травмирования оператора [1]:

$$P_{T\Sigma}(t_N) = \sum_{i=1}^n \pi_i P_{om\Sigma i}(t_N), \quad (1)$$

где $P_{T\Sigma}(t_N)$ – вероятность получения оператором травмы любым из отказов на всех ТЯ за время t_N

; π_i – вероятность пребывания оператора на i -ой ТЯ; $P_{om\Sigma i}(t_N)$ – суммарная вероятность наступления травмоопасного отказа на i -ой ячейке за время.

В случае повышения надежности оборудования, а также использования защитных устройств и индивидуальных средств защиты, в (1) уменьшается $P_{om\Sigma i}(t_N)$. Предполагаем, что реакции единиц оборудования, которыми являются ТЯ, на дополнительные капиталовложения известны и соответствуют закону убывающей отдачи, тогда, так как величина t_N фиксированная, параметр

$P_{om\Sigma i}(t_N)$ можно записать в виде $P_{om\Sigma i}^{t_N}(x_i)$, который приближенно может быть описан экспоненциальной функцией вида:

$$P_{om\Sigma i}^{t_N}(x_i) = A_i + B_i e^{-\lambda_i x_i}. \text{ При чем при } x_i = 0$$

$$P_{om\Sigma i}^{t_N}(x_i) = A_i + B_i.$$

Экспоненциальная функция выбрана в качестве аппроксимирующей, т.к. является монотонной, что соответствует реальному объекту.

Тогда критерий оптимизации (1) принимает вид:

$$\begin{aligned} \min_X \rightarrow \{P_{T\Sigma}(t_N) &= \sum_{i=1}^n \pi_i P_{om\Sigma i}^{t_N}(x_i) = \\ &= \sum_{i=1}^n \pi_i (A_i + B_i e^{-\lambda_i x_i})\}, \end{aligned} \quad (2)$$

где $\lambda_1, \dots, \lambda_n$, $B_1, \dots, B_n$, $A_1, \dots, A_n$, $\pi_1, \dots, \pi_n$ – постоянные коэффициенты; $x_1, \dots, x_n$ – средства, вкладываемые в каждый объект.

Так как в данном случае π_i и A_i постоянные величины то:

$$\min_X \rightarrow \left\{ \sum_{i=1}^n \pi_i B_i e^{-\lambda_i x_i} \right\}. \quad (3)$$

Необходимо найти величины средств x_i , ($i = 1, n$), вкладываемых в модернизацию каждой из ТЯ, обеспечивающих минимум целевой функции (3) при ограничении на сумму распре-

ляемых средств $S = \sum_{i=1}^n x_i$.

Задача решается методом динамического программирования в «n» этапов.

Т.о. получаем выражения для $\hat{x}_i$, c_i и K_i :

$$\begin{cases} c_1 = \lambda_1; \\ c_2 = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_2 + \lambda_1}; \\ c_3 = \frac{c_2 \lambda_3}{\lambda_3 + c_2}; \\ \dots\dots\dots \\ c_i = \frac{c_{i-1} \lambda_i}{\lambda_i + c_{i-1}}; \\ \dots\dots\dots \\ c_n = \frac{c_{n-1} \lambda_n}{\lambda_n + c_{n-1}}. \end{cases}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \hat{x}_1 = b_1; \\ \hat{x}_2 = \frac{c_1 b_2 - \ln(\frac{K_1 c_1}{\pi_2 B_2 \lambda_2})}{\lambda_2 + c_1}; \\ \dots\dots\dots \\ \hat{x}_i = \frac{c_{i-1} b_i - \ln(\frac{c_{i-1} K_{i-1}}{\pi_i B_i \lambda_i})}{\lambda_3 + c_2}; \\ \dots\dots\dots \\ \hat{x}_n = \frac{c_{n-1} b_n - \ln(\frac{c_{n-1} K_{n-1}}{\pi_n B_n \lambda_n})}{\lambda_n + c_{n-1}}. \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} K_1 = \pi_1 B_1; \\ K_2 = \pi_2 B_2 e^{\frac{\lambda_2}{\lambda_2 + \lambda_1} \ln(\frac{\pi_1 B_1 \lambda_1}{\pi_2 B_2 \lambda_2})} + \\ + K_1 e^{-\frac{\lambda_1}{\lambda_2 + \lambda_1} \ln(\frac{\pi_1 B_1 \lambda_1}{\pi_2 B_2 \lambda_2})}; \\ \dots\dots\dots \\ K_i = \pi_i B_i e^{\frac{\lambda_i}{\lambda_i + c_{i-1}} \ln(\frac{c_{i-1} K_{i-1}}{\pi_i B_i \lambda_i})} + \\ + K_{i-1} e^{-\frac{c_{i-1}}{\lambda_i + c_{i-1}} \ln(\frac{c_{i-1} K_{i-1}}{\pi_i B_i \lambda_i})}; \\ \dots\dots\dots \\ K_n = \pi_n B_n e^{\frac{\lambda_n}{\lambda_n + c_{n-1}} \ln(\frac{c_{n-1} K_{n-1}}{\pi_n B_n \lambda_n})} + \\ + K_{n-1} e^{-\frac{c_{n-1}}{\lambda_n + c_{n-1}} \ln(\frac{c_{n-1} K_{n-1}}{\pi_n B_n \lambda_n})} \end{array} \right.$$

Выражения для $\hat{x}_i$, c_i и K_i являются

Таблица 1. Пример оптимального снижения вероятностей отказов и травмирования оператора

№	π_i	A	B	λ_i	$\hat{x}_i$	$P_{om\sum i}(t_N)$
$P_{om\sum 1} = 6,27 \cdot 10^{-2}$; $P_{om\sum 2} = 5,53 \cdot 10^{-2}$; $P_{om\sum 3} = 5,38 \cdot 10^{-2}$; $P_{om\sum 4} = 6,27 \cdot 10^{-2}$						
1	0,00045	0,0127	0,05	0,00005	3914,94	$2,4 \cdot 10^{-5}$
2	0,000372	0,0113	0,044	0,0002	6362,95	$0,88 \cdot 10^{-5}$
3	0,000372	0,0138	0,04	0,00009	7858,26	$1,25 \cdot 10^{-5}$
4	0,00074	0,0107	0,052	0,00007	21863,85	$1,63 \cdot 10^{-5}$

Список литературы:

1. Заморёнова Д.В. Модель поведения оператора при обслуживании автоматизированной синхронной линии /Заморёнова Д.В. //Сб. науч. трудов – Днепрпетровск, 2008. – Вып. №12(32). – С.160-165.

решением задачи оптимального вложения средств в повышение надежности автоматизированной линии, содержащей произвольное число n ТЯ.

Зависимость вероятностей наступления травмоопасных отказов на i -ых технологических ячейках показаны на рисунке 1.

Результаты оптимизации представлены в таблице 1.

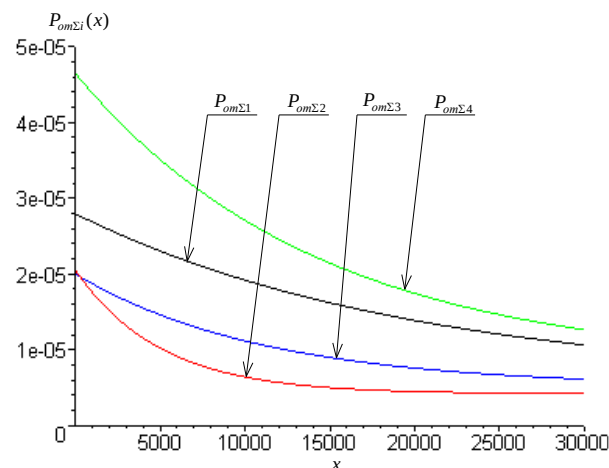


Рисунок 1 - Зависимости вероятностей наступления травмоопасных отказов на i -ых ячейках

В заключении необходимо отметить, что проведенные исследования позволили рассчитать оптимальное количество средств, распределяемых на модернизацию технологических ячеек автоматизированной линии для снижения риска травмирования оператора, при ограничении на количество вкладываемых средств.

В дальнейших планируется исследовать оптимальное вложение средств на повышение степени автоматизации, позволяющее уменьшить время пребывания оператора на травмоопасных технологических ячейках

УДК 621.8

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ЛИНИИ УПАКОВКИ СЫПУЧИХ ОБЪЕКТОВ

А.А. Сычев, студент,

В.Я. Копп, профессор, д.т.н., научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: parkur3@mail.ru

Фасование сыпучих продуктов и штучных изделий – процесс упаковывания отмеренной дозы сыпучего продукта или штучных изделий в тару, предварительно изготовленную в фасовочной машине или вне ее. Фасуют сыпучие продукты (муку, сахар, соль и т.п.), мелкостучные изделия (баранки, пряники, конфеты, завернутую карамель и т.п.), сопряженно-штучные изделия (пачки печенья, сухарей, плиток, брикетов и т.п.), а также индивидуальные штучные изделия (брикеты мыла и пищекопцентратов, печенье, карамель и т.п.).

Современные линии упаковки сыпучих продуктов представляют собой комплексы достаточно сложных видов технологического оборудования, обеспечивающих высокую степень механизации основных процессов и отвечающие серьезным производственным требованиям.

Сыпучие объекты чаще всего упаковывают в мягкую тару. При этом различают три основных вида упаковки: мешки, биг-бэги (мягкие контейнеры из полимерных материалов) и мелкая фасовка (пакеты).

В данной работе исследуется процесс функционирования автоматизированной линии упаковки сыпучих объектов в полиэтиленовые пакеты.

Линия состоит из предварительного загрузочного бункера соединенного с ленточным транспортером, основного автомата фасовочно-упаковочного и ленточного транспортера для дальнейшего перемещения упакованного продукта.

Сначала сыпучие объекты засыпают в предварительный загрузочный бункер, из которого они поступают по ленточному транспортеру по мере необходимости в фасовочно-упаковочный автомат. В данном автомате объекты фасуются, необходимое количество продукта засыпается в пакет и запаивается. Пакеты в автомате формируются из полиэтиленовой пленки.

После фасовки и упаковки готовые пакеты с сыпучими объектами поступают по ленточному транспортеру на дальнейшую упаковку их в картонные коробки что выполняют в ручную.

Структурная схема линии показана на

рисунке 1. Линия состоит из четырех элементов основного технологического оборудования, называемых технологическими ячейками (ТЯ).

В работе исследуется надежность автоматизированной линии в целом с учетом блокировок одних элементов другими.

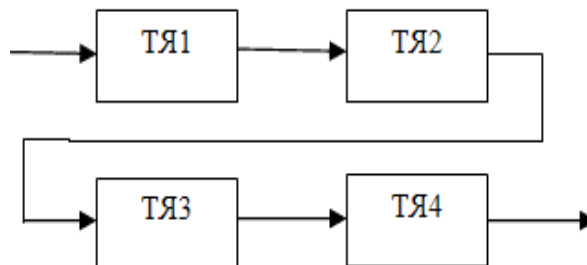


Рисунок 1 – Структура линии

Считается, что известны:

1) $F_i(t)$, ($i=\overline{1,4}$) – функция распределения времени наработки на отказ,

2) $G_i(t)$, ($i=\overline{1,4}$) – функция распределения времени восстановления всех i -ых элементов, входящих в линию.

Необходимо эквивалентно заменить всю линию одним элементом, имеющим два фазовых состояния: отказовое и работоспособное. Для каждого из этих состояний необходимо определить функцию распределения времени наработки на отказ $F_{\Sigma}(t)$ и восстановление $G_{\Sigma}(t)$ соответственно.

В данной работе исследовались показатели функционирования автоматизированной линии упаковки сыпучих материалов, в зависимости от заданных функций распределения $F_i(t)$ времен наработки на отказ и функций распределения $G_i(t)$ восстановления отдельных элементов линии.

Результаты моделирования будут представлены в докладе. Они позволяют выявить элементы, надежность которых целесообразно повысить.

УДК 621.791

РОБОТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ ШКАФОВ

А.А. Фомин, магистрант

О.В. Филипович, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: sevagent1@yandex.ru

В настоящее время одним из самых распространенным способом неподвижного соединения материалов в промышленности, является сварка. Одной из разновидностей контактной сварки является точечная сварка, при которой заготовки соединяются в отдельных точках, при этом заготовки собирают внахлест и сжимают между двумя электродами, подводящими ток к месту сварки. Нагрев продолжают до пластичного состояния внешних и до расплавления внутренних слоев деталей, после этого выключают ток и несколько увеличивают, а затем снимают давление. В результате образуется литая сварная точка.

Применение точечной сварки имеет ряд преимуществ: незначительные остаточные деформации, аккуратность соединения (практическое отсутствие сварного шва), экологичность, экономичность, подверженность легкой механизации и автоматизации, высокая производительность.

Целью работы является разработка роботизированного технологического комплекса точечной сварки изделий плоской формы. Под изделием понимается металлический шкаф, состоящий из каркаса, выполненного предварительно из стальных уголков, и боковых панелей, которые будут приварены контактной точечной сваркой к каркасу. Такие шкафы могут использоваться для размещения электрооборудования и систем управления.

Общий вид комплекса показан на рисунке 1. Его функционирование осуществляется следующим образом.

1. Установка оператором вручную предварительно изготовленной заготовки на двузонный поворотный стол, с защитной панелью посередине, прижимными устройствами, фиксирующими стержнями и углублением для фиксации.

2. Установка оператором вручную на поворотный стол четырех боковых панелей.

3. Включение оператором на панели управления кнопки «начало цикла», после чего активируются прижимные устройства и начинается поворот стола с заготовкой к манипулятору (фиксируется отсутствие оператора в рабочей зоне робота) с последующей ее сваркой.

4. Одновременно с циклом сварки со второй половины поворотного стола оператор снимает готовое изделие, сваренное на предыдущем цикле, укладывает ее на стол готовых изделий и производит укладку следующей заготовки на свободную зону поворотного стола.

5. При окончании процесса сварки и условии фиксации новой заготовки поворотный стол разворачивается обратно с готовым изделием, вторая зона стола с заготовкой попадает в рабочую зону сварочного манипулятора. Далее цикл повторяется.

Дальнейшие исследования процесса функционирования данного комплекса будут связаны с анализом кинематики и динамики манипулятора.

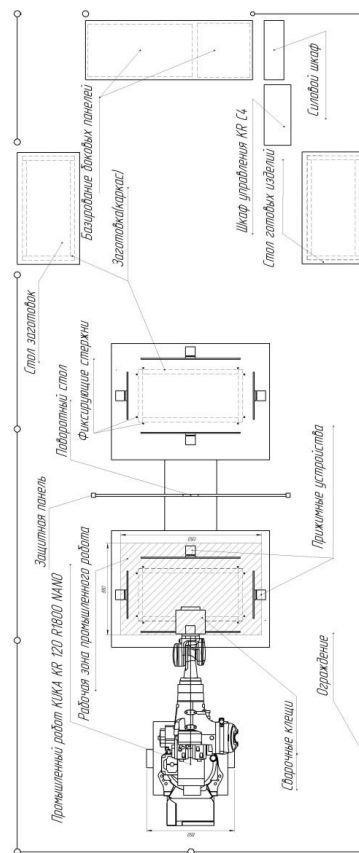


Рисунок 1 – Общий вид робитизованного технологического комплекса сварки

УДК 621.87

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОМБИНИРОВАННОГО ЗАХВАТНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ГРУППОВОЙ УПАКОВКИ

Шапарь Е.В., студент

Карлов А.Г., доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053.

e-mail: shaparev94@gmail.com

Для создания групповой упаковки в используются различные захватные устройства. Захватные устройства служат для захвата и удержания в определенном положении упаковок во время их перемещения.

Конструктивно захватные устройства являются одними из основных функциональных модулей упаковочного оборудования. Все захватные устройства, в зависимости от классификационных признаков, условно можно разделить на группы, которые различаются способом контакта рабочих органов с элементами упаковки.

Группа устройств обеспечивает удержание упаковок путем объединения механических и вакуумных элементов. Применение таких комбинированных захватывающих устройств позволяет обеспечить надежный захват и удержание упаковок путем увеличения силы удержания за счет комбинации силы трения и вакуума, что позволяет увеличивать вес изделия и качество его удержания[1]. Конструкция таких устройств является наиболее востребованной, но малоисследованной.

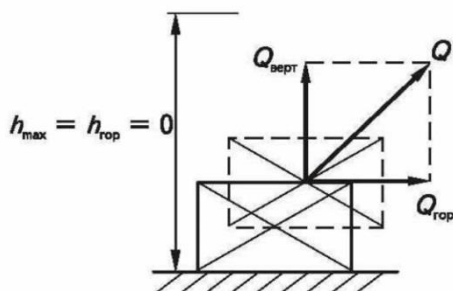


Рис. 1 – Схема операций перемещения

В зависимости от схемы расположения губок устройства относительно направления перемещения возможны две схемы закрепления захватывающих устройства.

При первой схеме направление перемещения объекта параллельно губкам механического захватного устройства (рис. 2).

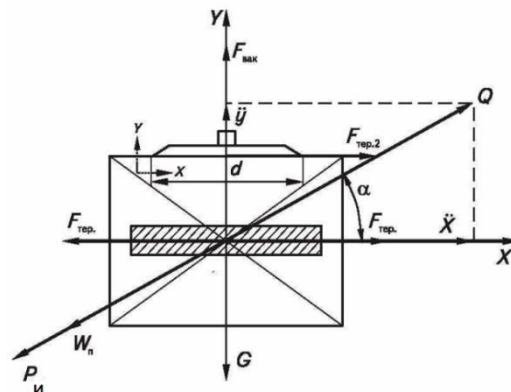


Рис. 2 – Схема действия сил, когда захваты расположены параллельно движению

При таком направлении перемещения закон движения имеет вид:

$$\begin{cases} m\ddot{x} = N_{y0}^x \cdot \cos \alpha - W_n \cos \alpha \\ m\ddot{y} = N_{y0}^y \cdot \cos \alpha - W_n \cos \alpha - G \end{cases} \quad (1)$$

Где N_{y0} – усилие удержания комбинированным захватным устройством, W_n – сопротивление воздуха.

Тогда задавшись видом закона движения, определим допустимое расчетное усилие от губок механического захватного устройства на стенки упаковки в плоскостях X и Y.

$$N_{y0}^x = 2 \cdot [N_p^x] \cdot f + (P_a - P_B + P_1) \cdot \mu \quad (2)$$

$$N_{y0}^y = 2 \cdot [N_p^y] \cdot f + (P_a - P_B + P_1) \cdot S \quad (3)$$

Где N_p – допустимое расчетное усилие губок механического захватного устройства; f – коэффициент трения между материалом упаковки и материалом губок, P_a – атмосферное давление, Па; P_B – давление внутри присоски, Па; P_1 – падение давления через структуру упаковки, Па; μ – коэффициент трения между присоской и упаковкой; S – эффективная площадь захвата, мм².

Тогда задавшись видом закона движения, определим допустимое расчетное усилие от губок механического захватного устройства на стенки упаковки в плоскостях X и Y.

$$\begin{cases} [N_P^X] = \frac{W_n \cdot \cos \alpha + m\ddot{x} - (P_a - P_B + P_1) \cdot \mu}{2 \cdot f \cdot \cos \alpha} \\ [N_P^Y] = \frac{W_n \cdot \sin \alpha + m\ddot{y} - (P_a - P_B + P_1) \cdot S + G}{2 \cdot f \cdot \sin \alpha} \end{cases} \quad (4)$$

Общее допустимое расчётное усилие определяется как:

$$[N_P] = \sqrt{[N_P^X]^2 + [N_P^Y]^2} \quad (5)$$

По второму способу захвата, направление перемещения упаковки перпендикулярно губкам механического захватного устройства (рис. 3)

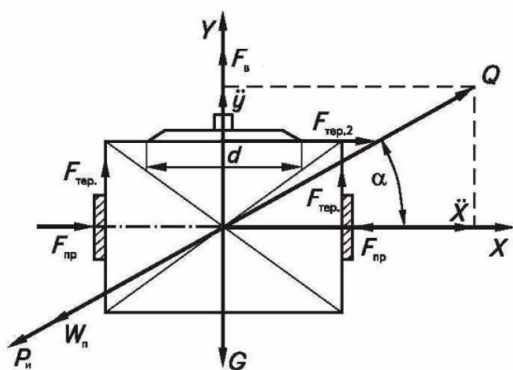


Рис. 3 – Схема действия сил, когда захваты расположены перпендикулярно движению

Такой способ захвата упаковок предусматривает уменьшение усилия удержания за счет компенсации воздействия на нее сил отрыва по оси X губками механического устройства захвата. Так как отрыв упаковки в направлении указанной оси невозможен, то в уравнении движения он не учитывается [2].

Методика определения допустимого усилия аналогичная выше приведенной последовательно-

сти. Конечное уравнения допустимого усилия губок на стенку упаковки для данной технологической схемы имеет вид:

$$[N_P] = \frac{W_n \cdot \sin \alpha + m\ddot{y} - (P_a - P_B - P_1) \cdot S + G}{2 f \cdot \sin \alpha} \quad (6)$$

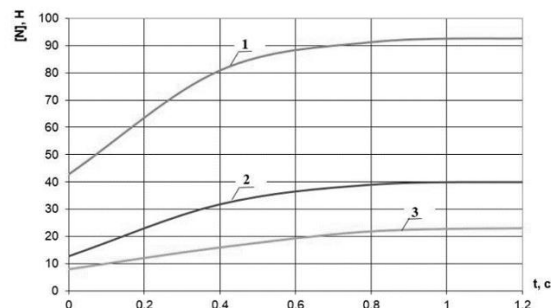


Рис. 4 – График изменения допустимого усилия при удержании упаковки

- 1 – Использование комбинированного захвата;
- 2 – Использование вакуумного захвата;
- 3 – Использование механического захвата.

Выводы:

По результатам исследования установлено, что использование комбинированных захватывающих устройств обеспечивает более надежное удержание упаковок и сохранения их товарного вида за счет возможности распределения усилия удержания между захватами элементами.

Разница в усилиях удержания упаковок комбинированными и вакуумными захватами при одинаковых условиях перемещения составляет до 55%.

Разница в усилиях удержания упаковок комбинированными и механическими захватными устройствами до 67%.

Список литературы:

1. Гавва А.Н., Беспалько А.П., Волчко А.И. Упаковочное оборудование: перспектива развития // Пищевая и перерабатывающая промышленность. - 2009. - Апрель-май. - С. 28 - 30.
2. Донской, А.С. Математическое моделирование процессов в пневматических приводах [Электронный ресурс], – <http://h-mash.ru/wp-content/uploads/2016/09/A.S.-Donskoy.-Matematicheskoe-modelirovanie-protsessov-v-pnevmaticheskikh-privodah.pdf> – методические указания в интернете.

РАЗДЕЛ 4. ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 001.891.572

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО АППАРАТА ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АКВАТОРИЙ

В.Н. Стеценко, студент,

В.В. Никишин, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: st_barbara@mail.ru

В настоящее время использование беспилотных аппаратов с каждым днем расширяется во всех областях человеческой деятельности, в том числе и в области экологического мониторинга акваторий [1, 3].

Данная статья посвящена созданию математической модели беспилотного судна, как инструмента предварительной отладки управляющих алгоритмов. Управление траекторией подобного комплекса может обеспечить выполнение ряда сложных задач: послужить эффективным средством сбора данных для мониторинга акватории.

Для упрощения задачи модель корабля в первом приближении представлена в одной плоскости. Рассмотрим его продольную конструкцию, состоящую из некоторых двух жестко связанных между собой элемента малой массы, условно называемых поплавками, вес которых уравновешен силой плавучести, т.е. с помощью закона Архимеда, которые вычисляется по формуле: [1]

$$F_A = \rho g V, \quad (1)$$

где ρ - плотность жидкости или газа, кг/м³;

g - ускорение свободного падения, м/с²;

V - объем части тела, погруженного в жидкость или газ, м³

Каждая механическая система находится в равновесии относительно оси вращения, проходящей через ее центр масс. Соответственно, можно рассмотреть два случая положения поплавка [2].

Первый случай: поплавок находится в воздухе, под действием силы тяжести, которая определяется по формуле 2, он начинает падать с некоторым ускорением к поверхности воды (рисунок 1, а).

$$F_T = m \cdot g \quad (2)$$

где m - масса тела, кг ;

g - ускорение свободного падения, м/с²;

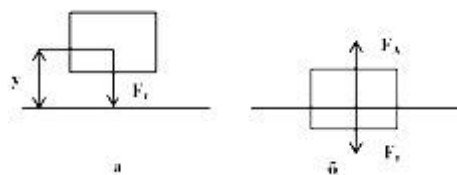


Рисунок 1 – Схема сил действующих на моделируемый объект:

а) положение поплавка над водой,

б) положение поплавка в уравновешенном состоянии

Чтобы определить положение поплавка в данный момент времени до столкновения с поверхностью воды, использован простой одношаговый метод Эйлера.

Метод Эйлера – простейший численный метод решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Принцип этого метода основан на том, что текущий параметр моделируемого процесса рассчитывается на основе значения процесса в предыдущий момент времени.

Скорость падения поплавка интегрируется на каждом шаге по формуле 3:

$$v_t = v_{t-1} + g \cdot dt \quad (3)$$

где v_{t-1} - скорость на предыдущем шаге, м/с ;

g - ускорение свободного падения, м/с²;

dt - шаг интегрирования, с

Интегрирование скорости позволяет определить координату поплавка:

$$y_t = y_{t-1} + v \cdot dt \quad (4)$$

где y_{t-1} - высота на предыдущем шаге, м/с ;

g - ускорение свободного падения, м/с²;

dt - минимальный шаг времени;

Второй случай: начальное условие – поплавок погружается под воду, на него действует выталкивающая сила: тело поплавок вытесняет своей подводной частью столько воды, что вес этой воды равен весу всего поплавка в воздухе, и если сила тяжести будет меньше архимедовой силы, то тело

будет подниматься из жидкости, т.е. всплывать .
[2]

По итогу этот процесс уравнивается, часть объема остается под водой, а другая на поверхности воды (рисунок 1,б).

Список литературы:

1. Карпунин Я.М. Обзор и перспективы использования робототехнических устройств для экологического мониторинга акваторий / Я.М. Карпунин, В.В. Никишин // Материалы второй всероссийской конференции молодых ученых "Техносфера XXI века". - Севастополь 17-20 апреля, 2017. – С. 55-56
2. Перышкин А.В. Физика / А.В. Перышкин, Н. А. Родина. – М.: Просвещение, 1997. – 190 с.
3. Стеценко В.Н. Исследование характеристик MEMS акселерометра / В.Н. Стеценко, Э.Г. Выскочкова, В.В. Никишин //Сборник докладов всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород 23-24 ноября, 2016. – С. 586-590

УДК 681.2.083

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Д.М. Буйми́стр, студент,

А.И. Балакин, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: buymistrdm@gmail.com

Широкое распространение во всём мире получили методы контроля и диагностики подшипников качения, базирующиеся на измерении параметров вибрации. Обусловлено это тем, что вибрационные сигналы несут в себе информацию о состоянии механизма и подшипников, в частности. При этом теория и практика анализа вибросигналов к настоящему времени столь отработана, что можно получить достоверную информацию о текущем техническом состоянии не только подшипника, но и его элементов.[1]

1. Для контроля технического состояния подшипников по методу ПИК-фактора необходимо измерять два параметра вибросигнала: среднеквадратичное значение уровня (СКЗ) вибрации; пиковую амплитуду (ПИК) вибрации. Отношение двух этих параметров ПИК/СКЗ, называется ПИК - фактором. В осциллограмме нового хорошо смазанного подшипника присутствует стационарный сигнал шумового характера (рис.1а).[2]

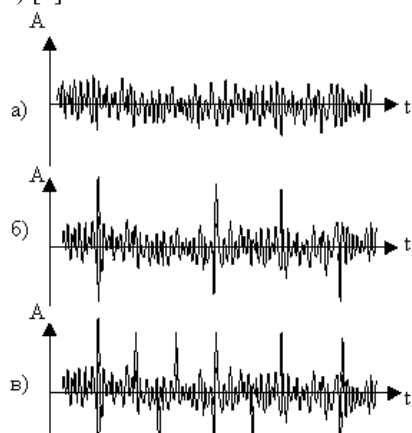


Рисунок 1 – Осциллограммы работы подшипников.

С течением времени, по мере появления дефектов на деталях подшипника, в сигнале начнут появляться отдельные короткие амплитудные пики, соответствующие моментам соударения дефектов (рис. 1б).

В дальнейшем, с развитием дефекта, сначала увеличиваются амплитуды пиков, потом постепенно увеличивается и их количество (рис. 1в).

По мере появления и развития дефекта нарастает функция ПИК, а СКЗ меняется очень

мало, поскольку отдельные очень короткие амплитудные пики практически не меняют энергетические характеристики сигнала.

В дальнейшем, по мере увеличения амплитуд и количества пиков, начинает увеличиваться энергия сигнала, возрастает СКЗ вибрации.

Отношение ПИК/СКЗ из-за временного сдвига между ними имеет явно выраженный максимум на временной оси. На этом и основывается метод ПИК- фактора.

2. Метод прямого спектра базируется на анализе спектра вибрации – выявлении периодичности (частоты) появления амплитудных всплесков (рис.1в). Вибрационный сигнал анализируется узкополосным виброанализатором, и по частотному составу спектра (рис.3) можно идентифицировать возникновение и развитие дефектов подшипника. Каждому дефекту на элементах подшипника (тела качения, внутреннее и наружное кольцо, сепаратор), соответствуют свои частоты, которые зависят от кинематики подшипника и скорости его вращения.

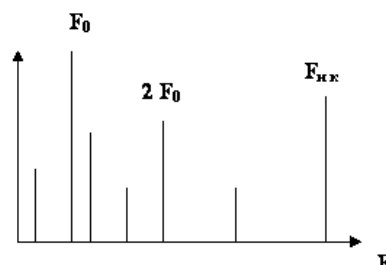


Рисунок 3 – Частотный состав спектра.
где F_0 – частота вращения;
 $F_{нк}$ – частота перекатывания тел качения по наружному кольцу.

Наличие той или иной частотной составляющей в спектре сигнала говорит о возникновении соответствующего дефекта, а амплитуда этой составляющей – о глубине дефекта.

3. Метод спектра огибающей базируется на анализе высокочастотной составляющей вибрации и выявлении модулирующих ее низкочастотных сигналов.

Спектр огибающей при отсутствии дефектов представляет собой почти горизонтальную волнистую линию (рис.4а). При появлении дефектов над уровнем линии сплошного фона

начинают возвышаться дискретные составляющие, частоты которых однозначно просчитываются по кинематике и оборотам подшипника (рис.4б). Частотный состав спектра огибающей позволяет идентифицировать наличие дефектов, а превышение соответствующих составляющих над фоном однозначно характеризует глубину каждого дефекта.

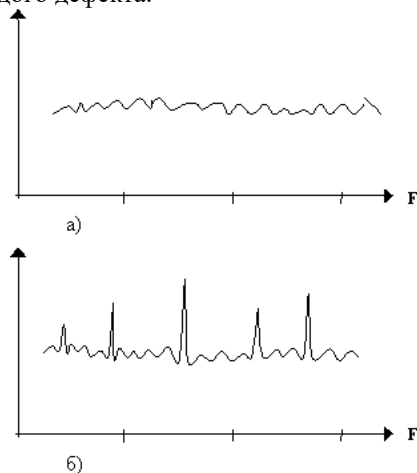


Рисунок 4 – Спектр огибающей

4. Метод ударных импульсов основан на измерении и регистрации механических ударных волн, вызванных столкновением двух тел. Ускорение частиц материала в точке удара, вызывает волну сжатия, которая распространяется в виде ультразвуковых колебаний. Величина фронта волны является мерой скорости столкновения (удара) двух тел. Во второй фазе удара поверхности двух тел деформируются, энергия движения отклоняет тело и вызывает в нем колебания.

Пиковое значение амплитуды этого затухающего колебания прямо пропорционально скорости удара. Поскольку затухающий переходный процесс очень хорошо определяется и имеет постоянную величину затухания, его можно отфильтровать от других сигналов, т.е. от сигналов вибрации. Анализ затухающего переходного процесса - основа метода ударных импульсов.

Результаты измерений очень легко нормировать по скорости соударения, зная геометрию

подшипника и его обороты. Амплитуды ударных импульсов однозначно связаны со скоростью соударения дефектов и глубиной дефектов. Поэтому по амплитудам ударных импульсов можно достоверно диагностировать наличие и глубину дефектов.

Каждый из приведенных методов имеет как достоинства, так и недостатки. [3]

Метод ПИК-фактора простой и дешевый, но имеет слабую помехозащищенность и для получения достоверного результата необходимо проводить многократные измерения в процессе эксплуатации подшипника.

Метод прямого спектра наоборот имеет высокие помехозащищенность и информативность, но он дорогостоящий и не может определить дефекты на стадии их зарождения.

Так же как метод прямого спектра, метод спектра огибающей дорогостоящий и имеет высокие помехозащищенность и информативность. Однако, благодаря высокой чувствительности, этот метод позволяет диагностировать дефекты на стадии их зарождения.

Метод ударных импульсов вобрал в себя все достоинства остальных методов: дешев и прост в реализации, а также имеет высокую чувствительность, помехозащищенность и информативность. Но существует одно ограничение, связанное с конструктивным исполнением механизма. Поскольку речь идет об измерении параметров ультразвуковых колебаний, которые заметно затухают на границах разъемных соединений, для точности измерений необходимо, чтобы между наружным кольцом подшипника и местом установки датчика находился сплошной массив металла. В большинстве случаев это не вызывает проблем.

Исходя из приведенных достоинств и недостатков становится ясно, что не всегда имеется возможность использовать, только один метод. Вследствие этого, было принято решение в дальнейшем разрабатывать систему, позволяющую использовать эти методы, в зависимости от возникающих задач контроля состояния подшипников и условий контроля.

Список литературы:

1. Вибрационная диагностика подшипников качения: Методические указания к лабораторной работе / Санкт-Петербургский горный ин-т. Сост.: Н.А.Баркова, Е.И.Крапивский, А.В.Шалыгин, В.В.Шорников. СПб, 2010.
2. Неразрушающий контроль и диагностика: справочник / под ред. В.В. Клюева. – М. : Машиностроение, 2005. – 490.
3. Русов В. А. Диагностика дефектов вращающегося оборудования по вибрационным сигналам. - Пермь, 2012.

УДК 681.2.08

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ДИАМЕТРА ПРОВОЛОКИ В ПРОЦЕССЕ ВОЛОЧЕНИЯ

Д.И. Гайбу, студентка,

Н.А. Волошина, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: gaybu95@mail.ru

В металлургической, кабельной и машиностроительной промышленности широкое применение находит обработка металла волочением, т.е. протягивание прутка через отверстие, выходные размеры которого меньше, чем исходное сечение прутка. При контроле качества проволоки в основном применяется послеоперационный контроль, который не позволяет управлять ходом процесса волочения, что не исключает возможности изготовления проволоки с действительными размерами, превышающими предельно допустимые размеры. Это приводит к тому, что изделия из проволоки (канаты, кабели, пружины и т.д.) по весу становятся больше допустимого.

При изготовлении проволоки на канатно-волоочных заводах в основном применяются ручные универсальные средства измерений. Волочение проволоки по верхнему пределу диапазона допуска приводит к перерасходу материала. Автоматизация контроля диаметра проволоки в процессе волочения позволит поддерживать его размер ближе к нижнему предельному значению. Однако при решении этой задачи возникают определенные сложности, которые связаны с большими скоростями процесса волочения, вибрациями, колебаниями с большой амплитудой движущейся проволоки, что затрудняет контроль ее параметров контактными методами с использованием таких современных, высокоточных преобразователей как, индуктивный, емкостной и др. Наиболее предпочтительными являются бесконтактные методы и прежде всего пневматические.

В докладе рассматривается автоматизированное устройство для контроля диаметра проволоки в процессе волочения на базе первичного пневматического и вторичного пневмоиндуктивного преобразователя, выходной сигнал которого поступает в систему управления.

Применение пневматических преобразователей позволяет осуществить бесконтактный контроль с высокой точностью при сравнительной простоте конструкции и условий эксплуатации.

При измерении диаметра проволоки бесконтактными пневматическими преобразователями

необходимо обеспечить сравнительно большие зазоры между проволокой и поверхностями измерительных сопел. Эту задачу можно решить с помощью плоских эжекторных преобразователей с выносными цилиндрическими соплами, которые позволяют получать при сравнительно больших по ширине кольцевых щелях высокую чувствительность в широком диапазоне измерений.

Измерение диаметра заключается в следующем. Электродвигатель приводит в движение начальный барабан, с которого происходит сматывание проволоки и конечный барабан, на который происходит процесс наматывания проволоки. Между начальным и конечным барабанами в зоне измерения установлены выносные сопла первичного плоского эжекторного преобразователя. Сжатый воздух, пройдя систему подготовки воздуха, состоящую из фильтра и стабилизатора давления поступает в камеру плоского эжектора. В зависимости от величины кольцевого зазора в камере эжектора устанавливается определенное измерительное давление P_h . Измерительная информация о размере диаметра проволоки поступает в пневмоиндуктивный преобразователь, который используется для преобразования сигнала поступающего с выхода первичного пневматического преобразователя в электрический сигнал, необходимый для восприятия электронным отсчетным устройством. Система управления разработана на базе контроллера (мод. FEC FC660).

Реализация предложенной принципиальной схемы в реальную конструкцию не представляет больших технических трудностей и больших материальных затрат. Основными экономическими показателями в данном случае могут быть: - экономия материала, т.к. измерительное устройство подает команду на прекращение процесса волочения, когда действительный размер диаметра проволоки приближается к верхнему предельному значению; - повышение производительности труда, т.к. время контроля совмещается с основным машинным временем; - значительное снижение брака готового изделия, т.к. на конечную операцию сборки не будет попадать проволока с размерами, выходящими за границы диапазона допуска.

Список литературы:

1. Высоцкий А.В. Пневматические средства измерений линейных величин в машиностроении /А.В. Высоцкий, А.П. Курочкин. – М.: Машиностроение, 1979. – 206 с.

УДК 621.757

ДИНАМИЧЕСКИЕ ПОГРЕШНОСТИ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ОТКЛОНЕНИЯ ФОРМЫ

Д.С. Донцов, студент,

А.П. Васютенко, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: daniil_dontsov@mail.ru

Всемерное повышение эффективности производства – принципиальная основа современного экономического развития. В связи с этим повышаются требования к эффективности машиностроения за счёт совершенствования его технологии, углубления специализации, улучшения структуры металлообрабатывающего оборудования. Что напрямую зависит от качества измерения. Одним из важных и сложных вопросов автоматизации технологических процессов является автоматизация контрольных операций. Автоматизация процесса измерения может осуществляться по линии технологического (активного) и послеоперационного методов контроля. Послеоперационный контроль широко используется в условиях крупносерийного и массового производства и заключается в сортировке деталей на размерные группы для последующей организации селективной сборки.

В настоящее время большое распространение в машиностроении получили измерительные приборы, основанные на пневматическом принципе измерения. Высокая чувствительность и точность пневматических измерительных систем позволяет разрабатывать приборы, реагирующие на изменение размера изделия в пределах долей микрометра. Статические и динамические свойства измерительных систем и систем автоматического регулирования определяются статическими и динамическими характеристиками элементов, входящих в систему.

Амплитудно-частотная характеристика представляет собой зависимость амплитуды колебаний чувствительного элемента и указателя прибора от частоты изменения синусоидально изменяющегося размера. Знание качественного характера и величин этих двух характеристик вполне достаточно в большинстве случаев пневматических измерений, часто можно ограничиться только одной из них.

В докладе приводятся, полная амплитудно-частотная характеристика точности измерительного устройства, состоящего из датчика и пневмосистемы и результаты моделирования амплитудно-частотных характеристик для различных сочетаний рабочих давлений воздуха, объемов пневматических камер и диаметров измерительных сопел.

Анализ графиков показывает существенную зависимость АЧХ от диаметров входных сопел и наличие в них участков с высокой чувствительностью динамической амплитуды от частоты изменения входной величины (размера или зазора). Наибольшая чувствительность соответствует диаметрам входных сопел 0,5 и 0,6 мм.

Это позволяет предполагать возможность построения измерительной системы контроля отклонения формы поперечного сечения валов на базе использования соответствующих параметров пневмосистемы, обеспечивающих требуемое значение АЧХ пневматического преобразователя.

В докладе приводятся схема измерительного устройства для контроля диаметра и формы поперечного сечения валов. Проведен анализ динамической погрешности сильфонных пневматических приборов

При измерении диаметра и формы валов двухконтактной измерительной скобой, измерительное давление в измерительном сильфоне преобразователя будет изменяться согласно синусоидального закона.

В диапазоне диаметров валов от 10мм до 50мм, при скорости вращения измеряемых деталей $n=2...20$ об/мин АЧХ будет принимать значения более 0.8.

С увеличением рабочего давления воздуха динамические характеристики ухудшаются, например при $d_1=0,8$ мм, объёме камеры $V=40$ м³ и $n=200$ об/мин, значение АЧХ составят при $H=0,1$ МПа АЧХ=0,16, при $H=0,15$ МПа АЧХ=0,097, при $H=0,2$ МПа АЧХ=0,053

Список литературы:

1. Автоматизация процессов в машиностроении /Под ред. А.И. Дашенко.-М.: Высш. шк., 1991.-480 с.

УДК 681.5.08

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИНДУКТИВНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НА ЕГО ВЫХОДНОЙ СИГНАЛ

Д.И Кичатов, студент

А.И Балакин, к.т.н, доцент, научный руководитель

ФГБОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г.Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: dimass5700@mail.ru

Индуктивный датчик – это устройство для преобразования механических перемещений в электрический сигнал. По принципу действия индуктивные преобразователи являются устройствами, в которых меняется индуктивное сопротивление в зависимости от положения подвижной части датчика(якоря).

Индуктивные преобразователи можно разделить на две группы:

- ✓ датчики с переменным коэффициентом самоиндукции;
- ✓ трансформаторные датчики(в которых изменение положения подвижной системы вызывает изменение коэффициента взаимной индукции).

Простым преобразователем с переменной индуктивностью, является дроссель. Он предназначен для измерения сравнительно небольших угловых или линейных механических перемещений и для преобразования их в выходной электрический сигнал. Принцип действия данного устройства заключается в том, что при изменении воздушного зазора изменяются индуктивность дросселя и полное сопротивление цепи в следствии чего, изменяется падение напряжения на нагрузке и тока в цепи. . На рис 1 изображена схема простого одно контактного измерительного устройства с переменной индуктивностью, с плоскопараллельным воздушным зазором, изменяющийся между сердечником 1 и подвижным якорем 2.

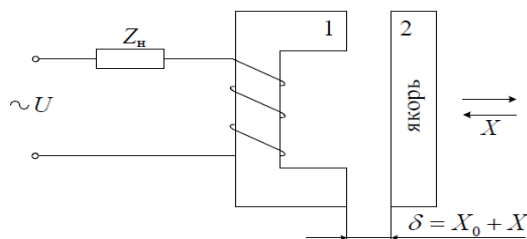


Рисунок 1 – Одноконтактный индуктивный преобразователь

Рассмотрим расчёт индуктивного преобразователя линейного перемещения с конкретными значениями параметров магнитной системы. Конструкция преобразователя изображена на рисунке 2.

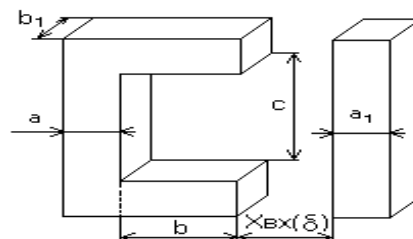


Рисунок 2 – Индуктивный преобразователь перемещения

Построим статическую характеристику зависимости индуктивности (L) дросселя от входной величины, то есть от величины изменения воздушного зазора($X_{вх}$). Исследуем влияние некоторых параметров влияющих на индуктивность.

$$L = \omega^2 / R_m$$

Где R_m – магнитное сопротивление ($1/\text{Гн}$);

ω – число витков;

Задаём конструктивные параметры магнитной системы преобразователя (рисунок 2):

Магнитная система: $a=0,01(\text{м})$, $a_1=0,005(\text{м})$, $b=0,015(\text{м})$, $b_1=0,01(\text{м})$, $c=0,01(\text{м})$;

$R_n=70(\text{Ом})$ – сопротивление нагрузки; $\rho_{пр}=0,0175 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ – удельное сопротивление материала провода обмотки; $U_m=36 \text{ В}$ – напряжение питания датчика; $\omega=314 \text{ с}^{-1}$ – круговая частота; $d_1=0,3 \text{ мм}$ – диаметр провода с изоляцией; $f_0=0,428$ – коэффициент заполнения окна катушки проводом; $X_{вх}=0,01 \text{ см}$ – смещение якоря; $B_c=1 \text{ Тл}$ – магнитная индукция в сердечнике; $B_{як}=0,8 \text{ Тл}$ – магнитная индукция в якоре; $H_c=f(B_c)=70 \text{ А/м}$ – напряжённость магнитного поля сердечника; $H_{як}=f(B_{як})=185 \text{ А/м}$ – напряжённость магнитного поля якоря; $\mu_0=4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$ – магнитная проницаемость вакуума.

Длина магнитных силовых линий сердечника l_c и якоря $l_{як}$:

$$l_c = 2 * b + c + \frac{a * \pi}{2} = 2 * 0.015 + 0.01 + 0.01 \frac{\pi}{2} = 0.0557;$$

$$l_{як} = c + \frac{a_1 * \pi}{2} = 0.01 + 0.005 \frac{\pi}{2} = 0.01785;$$

Рассчитаем площадь поперечного сечения сердечника S_c , якоря $S_{як}$ и воздушного зазора S_b :

$$S_c = a * b_1 = 0.01 * 0.01 = 0.0001 (\text{м}^2);$$

$$S_{як} = a_1 * b_1 = 0.005 * 0.01 = 0.00005 (\text{м}^2);$$

$$S_b = S_c = 0.0001 (\text{м}^2);$$

Рассчитаем магнитную проницаемость сердечника μ_c и якоря $\mu_{як}$:

$$\mu_c = \frac{B_c}{H_c * \mu_0} = \frac{0.4}{70 * 4 * 3.14 * 10^{-7}} = 11373;$$

$$\mu_{як} = \frac{B_{як}}{H_{як} * \mu_0} = \frac{2 * 0.8}{185 * 4 * 3.14 * 10^{-7}} = 8607;$$

Магнитное сопротивление воздушного зазора:

$$R_B = \frac{2 * X_{вх}}{\mu_0 * S_B} = \frac{2 * 0.0001}{4 * 3.14 * 10^{-7} * 0.0001} = 1.6 * 10^6 \left(\frac{1}{ГН} \right);$$

Определим площадь окна намотки:

$$Q = b * c = 0.015 * 0.01 = 0.00015(м^2);$$

Площадь поперечного сечения провода определим по формуле:

$$q = \frac{\pi * d_1^2}{4} = \frac{3.14 * (0.0003)^2}{4} = 7.06 * 10^{-8}(м^2);$$

Число витков рассчитываем по формуле:

$$w = \frac{Q * f_0}{q} = 1210$$

Для определения индуктивности используем следующую формулу:

$$L = \frac{\mu_0 * w^2 * S_B}{2 * X_{вх}} = 0.919;$$

Построим статическую характеристику зависимости индуктивности (L) дросселя от входной величины $L=f(X_{вх})$ в среде Maple (рис.3). $X_{вх}=0.00003..0.00019$

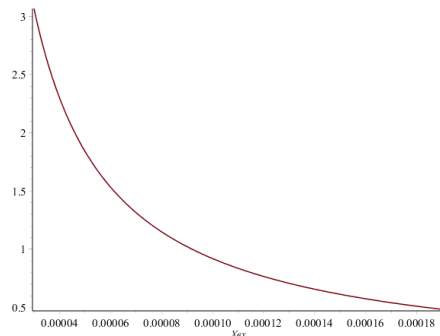


Рисунок 3 – Зависимость перемещения якоря на величину индуктивности

В результате расчета преобразователя была построена статическая характеристика. Из графика видно, что полученная зависимость является гиперболической(имеет нелинейный характер). Так

Список литературы:

1. Макаров, Т.А. Трансформаторные преобразователи перемещения. –Автометрия/Т.А Макаров 1971, с. 110-113.
2. Лещев В.П. Методика расчёта основных характеристик индуктивного преобразователя/В.П Лещев// - Измерительная техника, - 1978, - № 7. - С.71-73.

как сопротивление датчика напрямую связано с величиной воздушного зазора, то в результате потечёт ток, пропорционально перемещению.

Посмотрим как влияет диаметр провода обмотки на индуктивность преобразователя. Построим зависимость диаметра(на интервале 0.0001..0.0035(м) от индуктивности L , при разных значениях входной величины $X_{вх}$.(рисунок 4) Все расчеты выполнены в среде Maple.

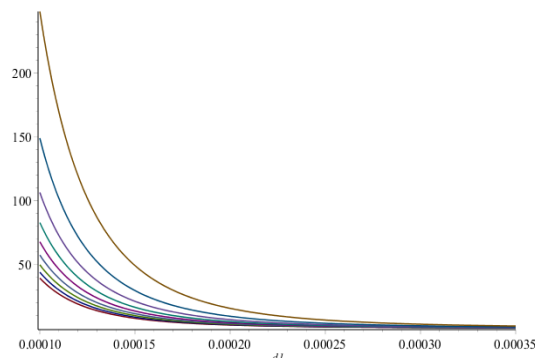


Рисунок 4 – Зависимость $L=f(X_{вх})$

Из графика видно, что при уменьшении диаметра провода, значительно растёт индуктивность дросселя.

При увеличении конструктивных параметров магнитной системы в 2 раза, наблюдается значительное увеличение индуктивности датчика. Например при параметрах магнитной системы: $a=0,01(м)$, $a_1=0,005(м)$, $b=0,015(м)$, $b_1=0,01(м)$, $c=0,01(м)$, при перемещении якоря на $X_{вх}=0.0001(м)$ и при диаметре обмотки $d_1=0.0003(м)$ (1210 витков) индуктивность равна $L=0.91$. А если увеличить параметры магнитной системы в 2 раза, при той же входной величине диаметра обмотки индуктивность равна 58.83.

Преобразователь изображенный на рис.2 прост по конструкции но имеет недостатки: Датчик является одноконтактным, поэтому смена направления перемещения якоря не изменяет знак выходной величины преобразователя.

При перемещении якоря нужно развивать большое усилие, необходимое для преодоления силы притяжения якоря сердечником

Описанные выше недостатки можно устранить путём использования различных схем подключения.

УДК 62-1/-9

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ПАРАМЕТРОВ ЛУЧА ЭКСИМЕРНОГО ЛАЗЕРА

Е.А Кияшко, студентка

А.И Балакин, к.т.н, доцент, научный руководитель

ФГБОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г.Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: kiyashko.el.al@yandex.ru

Скорость нагрева и процесса ионизации лазерной плазмы главным образом зависит от интенсивности излучения (мощности, отнесенной к площади поперечного сечения) в фокусе лазерного луча. Следовательно, измерения геометрии фокального пятна и структуры распределения энергии в нем играют важную роль для предпринятых недавно экспериментов по программе оптимизации лазерно-плазменного источника коротковолнового излучения. В силу некоторых соображений, было предложено инициировать плазму на газовой мишени с помощью ультрафиолетового (УФ) эксимерного лазера с неустойчивым резонатором, примененным для уменьшения расходимости. Структура луча в таком лазере не является простой, и этим в основном объясняется первичная мотивация для выполнения настоящего исследования.

В работе рассматривается эксимерный лазер. В первоначальной установке использовался плоскопараллельный резонатор с полупрозрачным выходным зеркалом, после произошла замена резонатора. В усовершенствованной установке используется резонатор, состоящий из 2х зеркал с полным отражением.

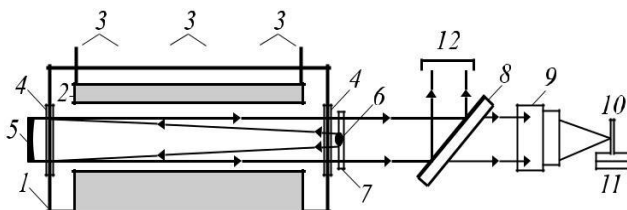


Рис. 1. Схематическое изображение конструкции лазера и экспериментальной установки. 1- разрядная камера лазера, 2-высоковольтный электрод, 3-высоковольтные герметизированные подводы тока, 4-окна разрядной камеры, 5- заднее вогнутое зеркало резонатора со 100%-ным отражением, 6-переднее выпуклое зеркало резонатора со 100%-ным отражением, 7- прозрачное плоскопараллельное выходное окно резонатора, 8 - поворотное интерференционное зеркало, используемое в качестве ослабителя луча, 9-объектив или линза, 10-стеклянная пластинка или термобумага, 11-двухконтактный позиционер, 12-поглотитель выведенной из луча энергии.

Замена резонатора привела к существенному уменьшению расходимости луча, но сопровождалась 15–20%-ной потерей выходной энергии.

Полученные данные позволяют рассчитать характеризующие лазерный луч константы, с помощью которых можно определить, насколько остро он может быть сфокусирован, — произведение параметров луча, BPP (beam parameter product), и параметр качества луча.

$$BPP = d_{\min} \cdot \theta,$$

где $d_{\min}$ — диаметр луча в перетяжке, θ — полный угол расходимости луча от перетяжки.

Для идеального гауссовского пучка величина BPP имеет наименьшее значение, так называемый дифракционный предел - $BPP_{\lim} = 4\lambda/\pi$. Поскольку угол расходимости луча от перетяжки (или сходимости к ней) в дальней полевой зоне определяется размерами сечения падающего на линзу луча (или апертурой самой линзы) и фокусным расстоянием, то в описываемых измерениях, при вертикальном угле —

$$\theta v1 = v/F1 = 0.023 \text{ rad}$$

и горизонтальном —

$$\theta h1 = h/F1 = 0.0095 \text{ rad},$$

по вертикали сечения $BPPv \approx 0.0065 \text{ mm} \cdot \text{rad}$, а по горизонтали $BPPh \approx 0.0027 \text{ mm} \cdot \text{rad}$.

Безразмерный параметр качества луча M^2 показывает, во сколько раз BPP луча превышает дифракционный предел:

$$M2 = \pi \cdot BPP/4\lambda = \pi \cdot d_{\min} \cdot \theta/4\lambda.$$

Для описываемых измерений

$$M2v = 20.6, M2h = 8.6$$

Полученные результаты позволяют определить угловую расходимость исходного, несфокусированного пучка с размерами сечения $v \times h = 22 \times 9 \text{ mm}^2$, $\theta v0 = \frac{4\lambda Mv2}{\pi v} = 0.3 \text{ mrad}$.

Предельно допустимые уровни (ПДУ) лазерного излучения устанавливаются для двух условий облучения - однократного и хронического для трех диапазонов длин волн:

$$I - 180 < \lambda \leq 380 \text{ нм};$$

$$II - 380 < \lambda \leq 1400 \text{ нм}$$

$$III - 1400 < \lambda \leq 10^5 \text{ нм}.$$

Нормируемыми параметрами лазерного излучения являются энергетическая экспозиция H и облученность E , усредненные по ограничивающей апертуре.

Наряду с энергетической экспозицией и облученностью нормируемыми параметрами яв-

ляются также энергия W и мощность P излучения, прошедшего через указанные ограничивающие апертуры.

Энергетические параметры связаны между собой соотношениями

$$H_{\text{пду}} = \frac{W_{\text{пду}}}{S_a}; E_{\text{пду}} = \frac{P_{\text{пду}}}{S_a}$$

Определение класса лазера по степени опасности осуществляют с учетом его выходной энергии (мощности) и предельно допустимых уровней при однократном воздействии лазерного излучения.

С позиции лазерной безопасности лазеры классифицируют по способности первичного или вторичного (отраженного) излучения вызывать биологически значимые повреждения глаз и кожи.

По степени опасности генерируемого излучения лазеры подразделяются на четыре класса.

Для определения класса лазера необходимо сопоставить фактические энергетические параметры генерируемого излучения с нормируемыми предельно допустимыми значениями для однократного воздействия.

ПДУ энергетической экспозиции для рассматриваемого лазера при однократном воздействии составляет для глаз и кожи

$$H_{\text{пду}}(t) = 8 \cdot 10^3 \text{ Дж} \cdot \text{м}^{-2}$$

Энергетическая экспозиция для одного импульса при этом равна

$$H_{\text{пду}}(\tau) = \frac{8 \cdot 10^3}{5 \cdot 10^4} = 0,16 \text{ Дж} \cdot \text{м}^{-2}$$

Зная, что средняя мощность излучения $P = 0,5$ Вт, для одного импульса из серии получаем

$$H^c(\tau_u) = \frac{P \cdot t}{N} = \frac{0,5 \cdot 10}{5 \cdot 10^4} = 10^{-4} \text{ Дж} \cdot \text{м}^{-2}$$

Проверяем условие для I класса для одиночного импульса:

$$H^c(\tau_u) \leq \pi \cdot 10^{-2} H_{\text{пду}}(\tau_u)$$

$$H^c(\tau_u) = 10^{-4} \leq 3,14 \cdot 10^{-2} \cdot 0,16 = 5 \cdot 10^{-3}$$

Лазерно-опасная зона (ЛОЗ) – это часть пространства, в пределах которого уровень лазерного излучения превышает ПДУ.

Методы расчета границы ЛОЗ зависят от длины волны излучения.

Уравнение, определяющее границу ЛОЗ, имеет вид

$$|\vec{S}(\vec{R})| \tau = H_{\text{пду}}$$

Расчет границы ЛОЗ при воздействии излучения на кожу и при воздействии излучения УФ - ($180 < \lambda \leq 380$ нм) и дальнего ИК-диапазонов спектра ($1400 < \lambda \leq 10^5$ нм) на глаз.

Для источника с равномерным распределением энергетической светимости уравнение, определяющее границу ЛОЗ, имеет вид

$$R(\theta) = r \left[-\cos 2\theta + \sqrt{\cos^2 2\theta + \frac{(U^2 - 1) \cdot (U^2 \cos^2 \theta - \sin^2 \theta)}{U^2 - \sin^2 \theta}} \right]^{1/2}$$

При воздействии лазерного излучения на кожу и при воздействии излучения УФ- ($180 < \lambda \leq 380$ нм)

$$U = \frac{W_z}{(\pi \cdot r^2 \cdot H_z)}$$

При воздействии лазерного излучения дальнего ИК-диапазонов спектра ($1400 < \lambda \leq 10^5$ нм)

$$U_k = \frac{W_z}{(\pi \cdot r^2 \cdot H_{\text{пду}} k_1)}$$

При $U \gg 1$ уравнение для определения границы ЛОЗ имеет вид

$$R(\theta) = r \cdot \sqrt{U \cdot \cos \theta}$$

Определяем безразмерный параметр – U_p .

$$U_p = \frac{r^2}{0,16} U_n; U_n = \frac{W_c}{((\tau_u)_{k_2} H_{\text{пду}} \pi \cdot r^2)}$$

Для этого находим поправочный коэффициент $K_2 = 1,9 \cdot 10^{-1}$.

Затем, находим ПДУ энергетической экспозиции в зависимости от длительности импульсов и длины волны излучения

$H_{\text{пду}}(\tau_u) = 7,1 \cdot 10^{-5} \text{ Дж/см}^2$. При фоновой освещенности $E_{\text{ф}} = 100$ лк – радиус зрачка глаза $r_z = 0,25$ см.

$$U_p = \frac{0,25^2}{0,16} \cdot \frac{100}{3,14 \cdot 1,9 \cdot 10^{-1} \cdot 7,1 \cdot 10^{-5} 0,05^2} = 3,7 \cdot 10^8$$

Расчет границы лазерно-опасной зоны проводим по формуле:

$$R(\theta) = r \cdot \sqrt{U_p} \cdot \cos \theta = 0,05 \cdot \sqrt{3,7 \cdot 10^8} \cdot \cos \theta = 9,6 \cdot 10^2 \sqrt{\cos \theta}$$

Максимальный размер границы ЛОЗ равен 9,6 м.

Список литературы:

1. Задиранов Ю.М. Журнал технической физики / С.Г. Калмыков – СПб.:Питер, 2012, том 82, вып. 12
2. Баллюзек Ф.В. Медицинская лазерология / М.Ф. Баллюзек - СПб.: НПО «Мир и семья-95», ООО «Интерлайн», 2000. – 168 с.

УДК 621.757

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА НА БАЗЕ РАСХОДОМЕРОВ С АКСИАЛЬНОЙ ТУРБИНКОЙ И ЛАМИНАРНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ ПЛУНЖЕРНОГО ТИПА

А. В. Литовченко, студент,

А. А. Якимов, студент,

А.П. Васютенко, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г.Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: lvl_genichesk@mail.ru

Измерения являются одним из важнейших путей познания человеком природы. Все отрасли техники не смогли бы существовать без развёрнутой системы измерений, определяющей как все технологические процессы, контроль и управление ими, так и свойства и качество выпускаемой продукции.

В докладе приводится анализ методов, принципов и средств измерения геометрических параметров деталей. Широкое применение нашли средства измерения, построенные на базе пневматического принципа измерения.

Пневматические приборы и преобразователи можно легко комбинировать, образуя измерительные системы, контролирующие сумму или разность размеров.

Пневматические бесконтактные измерения дают возможность контролировать легкодеформируемые детали, детали с малой шероховатостью поверхности, которые могут быть повреждены механическим контактом, а также исключают износ измерительных наконечников контрольных устройств, что повышает точность и надежность измерения.

С целью повышения точности измерения, совершенствования вторичных преобразователей в докладе проводится анализ и рассматриваются предпосылки создания пневматических приборов с использованием расходомеров турбинного типа, обеспечивающих получение аналогового или цифрового электрического сигнала. Схема тахометрического расходомера состоит из чувствительного элемента (ЧЭ), помещенного в поток, и вторичного преобразователя, с помощью которого частота вращения ЧЭ преобразовывается в сигнал, удобный для восприятия и дальнейшей обработки.

В современных конструкциях, предназначенных для измерения малых расходов газа (в

трубопроводах диаметром от 4 до 1000 мм), основная приведенная погрешность не превышает $\pm 0,2\%$, а постоянная времени прибора составляет менее 0,01с в широком рабочем диапазоне расходов. Независимость

метрологических характеристик расходомеров от давления в потоке и возможность изготовления деталей из материалов, стойких к влиянию измеряемых сред, позволяют использовать тахометрические приборы практически при любых теплотехнических исследованиях в различных областях промышленности.

Рассмотрена схема автоматизированного устройства для контроля внутренних диаметров деталей типа «стакан» на базе пневмотахометрического преобразователя с ламинарным сопротивлением на выходе, описан принцип действия. Сигнал с преобразователя поступает на вычислительное устройство ВУ, определяющее значение l_n , как функцию скорости вращения ротора n_n . В логическом блоке сравниваются заданное l_z и измеренное значение l_n , и на основе этого формируются управляющие команды, поступающие затем на исполнительный механизм.

Проведен анализ и расчет составляющих погрешностей в соответствии с функциональной схемой средства измерения в порядке передачи измерительной информации: погрешность рабочего эталона; погрешность базирования; погрешности, вносимые объектом контроля; погрешности, передаточного механизма; погрешности измерительного преобразователя; погрешности отсчетного устройства, если отсчет входит в операцию контроля; погрешности порогового устройства. Расчет показал, что суммарная погрешность измерения составляет 6,4 мкм, что не превышает допускаемой величины $\Delta_p = 8 \text{ мкм}$.

Список литературы:

1. Ахмеджанов Р.А. Физические основы получения информации: учебное пособие/ Ахмеджанов Р.А., Чередов А.И.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013.— 212 с.
2. Гольдштейн А.Е. Физические основы измерительных преобразований: учебн. пособие Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — 253 с

УДК 621.757

ИССЛЕДОВАНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ С ДВОЙНОЙ ЗАСЛОНКОЙ

О.Ю. Морозевич, студент,

А.П. Васютенко, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г.Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: olga_morozevych@mail.ru

Одним из фундаментальных направлений развития приборостроения – разработка средств измерительной техники (СИТ), включающая в себя приборы для измерения следующих величин: электрических, механических, оптических, магнитных и так далее. Общая совокупность измерительных приборов, включающих в себя автоматические управляющие и исполнительные элементы, составляют основную часть технической базы автоматизированных систем управления технологическими процессами.

В докладе рассматриваются вопросы измерения геометрических параметров шатунных болтов, которые являются важной задачей в повышении производительности труда за счет автоматизации контрольно-измерительных установок. С целью обеспечения точности и производительности обработки шатунных болтов на бесцентровошлифовальных станках целесообразно использовать подналадочные устройства, позволяющие контролировать диаметр поверхности болта под резьбу и формировать управляющие команды в схему станка с целью компенсации износа круга, тепловых и силовых деформаций узлов станка. Целесообразно использовать пневматические преобразователи, обладающие высокой точностью измерения, нечувствительностью к вибрациям и СОЖ. Целью работы является расширение пределов измерения и чувствительности пневматических преобразователей на базе преобразователя с двойной заслонкой.

Принцип действия следующий: с поверхностью контролируемой детали контактирует измерительный шток преобразователя, на котором установлена заслонка, взаимодействующая с измерительным и входным соплами. В зависимости от диаметра контролируемой детали

изменяется величина зазоров z_1 между заслонкой и измерительным соплом и z_2 между заслонкой и входным соплом, что приводит к изменению давления h_n в измерительной ветви, а следовательно и в измерительном сильфоне

В докладе приводится выражение, описывающее статическую характеристику пневматического измерительного преобразователя с регулируемыми входным и измерительным соплами, расположенными на одной оси.

Моделирование статических характеристик показало, что можно выделить и сравнить прямолинейные участки при различных задаваемых диаметрах отверстия входных сопел. Также определены значения передаточных отношений для каждого из рассмотренных диаметров. Наибольший прямолинейный участок при наибольшем диаметре входного сопла - $d_1=2\text{мм}$ и составляет $P_z=0,2\text{мм}$.

На основе проведенного анализа методов и средств контроля и теоретического исследования пневматических преобразователей с двойной заслонкой разработана принципиальная схема измерительного устройства подналадчика к бесцентровошлифовальному станку для контроля диаметра и формы продольного сечения стержня шатунных болтов.

С целью проверки правильности назначения допусков на изготовление и сборку элементов КИУ, а также условий его эксплуатации проведен расчет погрешности измерения. Расчет сводится к определению величины суммарной погрешности измерения, вызванной отдельными группами влияния, и сравнению её с допускаемой погрешностью, назначаемой по ГОСТ 8.051-81 в зависимости от номинального размера и допуска на контролируемый параметр.

Список литературы:

1. Ахмеджанов Р.А. Физические основы получения информации: учебное пособие/ Ахмеджанов Р.А., Чередов А.И.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013.— 212 с.

УДК 681.586.772

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ЕМКОСТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ, ВЛИЯЮЩИХ НА ИХ ТОЧНОСТЬ

Я.А. Панкратьева, студент,

А.И. Балакин, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская федерация, 299053

e-mail: Aurora638@yandex.ru

Емкостные устройства в системах автоматического контроля и управления могут быть как простейшими первичными элементами, так и сложными промежуточными системами, состоящими из множества самостоятельных узлов и элементов (усилители, схемы сравнения, генераторы и т. д.). Однако, несмотря на степень сложности конструкций и область применения емкостных датчиков, они могут быть однозначно охарактеризованы следующими основными параметрами [1]:

-начальной емкостью

$$C_0 = f(\varepsilon, S, \delta) = f(\varepsilon, g), \quad (1)$$

-максимальным изменением емкости

$$\begin{aligned} \pm \Delta C &= f(\pm \Delta \varepsilon, \pm \Delta S, \pm \Delta \delta) = \\ &= f(\pm \Delta \varepsilon, \pm \Delta g), \end{aligned} \quad (2)$$

-реактивным сопротивлением

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C_0}, \quad (3)$$

где $\pi = 3,1416$; f — частота питающего напряжения, Гц;

-активным сопротивлением R_C , Ом

-активными потерями

$$\operatorname{tg} \delta = f(R_C, C_0, \omega), \quad (4)$$

где $\omega = 2\pi f$, сек⁻¹;

-электрической постоянной времени

$$\tau = R_C C_0, \quad (5)$$

-силой взаимодействия электродов

$$F = f(\varepsilon, S, \delta, U) = f(\varepsilon, g, U), \quad (6)$$

-чувствительностью преобразования

$$\gamma = f(\Delta C, C_0). \quad (7)$$

Рассмотрим влияние этих и других параметров на точность преобразователя.

Габаритные размеры емкостных преобразователей определяются конструктивными соображениями. Но в любом случае нужно стремиться к увеличению электрической емкости преобразователя, так как это уменьшает его выходное сопротивление и облегчает требования, предъявляемые к изоляции измерительной цепи преобразователя. Для увеличения емкости преобразователя зазор между пластинами уменьшают насколько возможно по технологическим и конструктивным соображениям.

Так как емкость преобразователя зависит от его геометрических размеров, то изменения последних с колебаниями окружающей температуры могут вызвать значительную погрешность, поскольку детали преобразователя из различных материалов имеют различные температурные коэффициенты расширения.

Однако правильным выбором геометрических размеров деталей преобразователя, с учетом их температурного коэффициента расширения, можно радикально уменьшить температурную погрешность.

Следует отметить, что электрические емкости большинства емкостных преобразователей составляют 10 ... 100 пФ. при этом начальный зазор между обкладками может быть доведен до 5 ... 10 мкм, однако даже при таких зазорах их выходное сопротивление на высоких частотах велико (103...105 Ом) и появляется необходимость применения источников питания высокой частоты [2].

Емкостные преобразователи чаще всего работают в области слабых электромагнитных полей. Для таких полей диэлектрическую среду достаточно характеризовать двумя параметрами: диэлектрической проницаемостью ε и углом диэлектрических потерь δ (добротностью Q). Диэлектрик преобразователя вносит дополнительные потери, поэтому разность фаз тока и напряжения меньше 90° на угол δ , называемый углом потерь.

Обычно вместо угла рассматривается $\operatorname{tg} \delta$, который в данном случае равен:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{1}{\omega C R} = \omega C' R', \quad (8)$$

где ω - циклическая частота.

Величина, обратная $\operatorname{tg} \delta$, называется добротностью Q емкостного преобразователя:

$$Q = \omega C R = \frac{1}{\omega C' R'}. \quad (9)$$

У большинства материалов $\operatorname{tg} \delta$ уменьшается с ростом частоты, что соответствует параллельной схеме замещения при последовательной схеме $\operatorname{tg} \delta$ растет с увеличением ω .

Поэтому на практике при низких частотах чаще используют параллельную схему замещения, а последовательную применяют на высоких частотах и в тех случаях, когда это упрощает расчеты.

Неразрушающий контроль электрических свойств материала возможен с помощью измерения ёмкости C_1 и тангенса угла потерь $\operatorname{tg}\delta_1$, C_2 и $\operatorname{tg}\delta_2$ соответственно заполненного образцовым и исследуемым материалом ёмкостного преобразователя. Тогда диэлектрическая проницаемость ε_m и тангенс угла потерь $\operatorname{tg}\delta$ материала определяются из выражений [2]:

$$\varepsilon_m = \frac{C_2}{C_0} \frac{C_1}{C_0} + 1, \quad (10)$$

$$\operatorname{tg}\delta_m = (\operatorname{tg}\delta_2 - \operatorname{tg}\delta_1) \left(1 - \frac{1}{\varepsilon_m}\right). \quad (11)$$

Электроды заряженного конденсатора притягиваются с силой, которая зависит от напряжения и от расстояния между ними. Рассчитывать ее лучше всего, исходя из изменения энергии заряженного конденсатора, при изменении расстояния между пластинами.

Энергия заряженного конденсатора:

$$W = \frac{1}{2} C U^2. \quad (12)$$

Если изменится расстояние между пластинами, а значит, и ёмкость, то изменится и энергия, а произведенная работа укажет силу при неизменном напряжении:

$$\frac{\partial W}{\partial d} = \frac{1}{2} U^2 \frac{\partial C}{\partial d} = F. \quad (13)$$

Если речь идет о плоском конденсаторе, то:

$$\frac{\partial C}{\partial d} = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d^2} = \frac{C}{d}, \quad (14)$$

и получаем:

$$F = \frac{1}{2} \varepsilon \varepsilon_0 \frac{S U^2}{d^2}. \quad (15)$$

Эта сила может оказывать обратное, хотя и незначительное, влияние на измеряемую величину. Формула справедлива для цепи постоянного тока. При переменном напряжении (поскольку величина силы не зависит от полярности) сила периодически изменяется от нуля до максимума дважды за период. Это выгодно, потому что уменьшается возможность раскочки очень легких деталей [3].

Основываясь на результатах исследования можно сделать вывод, что на точность работы ёмкостного преобразователя оказывают влияние многие факторы, такие как начальная ёмкость и ее максимальное изменение, реактивное сопротивление, активное сопротивление и т.д. Однако при этом большинство этих величин зависит от свойств используемых материалов, геометрических параметров и параметров питающего напряжения. Отдельно следует выделить влияние помех в измерительных каналах.

Дальнейшие исследования будут направлены на определения степени влияния рассмотренных параметров на точность работы ёмкостного преобразователя, а также выявления доминирующего фактора с целью уменьшения его влияния. Для этих целей предполагается построить математические модели различных ёмкостных преобразователей.

Список литературы:

1. Бухгольц В.П. Ёмкостные преобразователи в системах автоматического контроля и управления. – М.: Высшая школа, 1992. – 96 с.
2. Клюев, В.В. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. / Под общ. ред. В.В. Клюева. Т. 5: В 2 кн. Кн. 1: В.П. Вавилов. Тепловой контроль. Кн. 2: К.В. Подмастерьев, Ф.Р. Соснин, С.Ф. Корндорф, Т.И. Ногачева, Е.В. Пахолкин, Л.А. Бондарева, В.Ф. Мужичкий. Электрический контроль. – 2-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2006. – 679 с.
3. Форейт, Индржих, Ёмкостные датчики неэлектрических величин [Текст] / Перевод с чеш. В. И. Дмитриева. - Москва; Ленинград: Энергия, 1966. - 159 с

УДК 621.757

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ГЛУБИНЫ И ОТКЛОНЕНИЯ ОТ ПАРАЛЛЕЛЬНОСТИ ДЕТАЛИ «СТАКАН»

И.Ю. Севастьянова, студент

А.П. Васютенко, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: sevaha95@mail.ru

Одним из основных направлений развития приборостроения является разработка средств измерительной техники, включающих приборы для измерения механических, электрических, магнитных, тепловых, оптических и других физических величин. Измерительные приборы совместно с автоматическими управляющими и с исполнительными устройствами образуют техническую базу автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП).

Следует отметить, что имеется ряд особенностей развития приборостроения, но одной из главных - является решение проблем повышения эффективности производства и качества выпускаемой продукции. Важная роль в обеспечении качества продукции автоматизированных производств, принадлежит устройствам, предназначенным для контроля размеров и формы деталей.

В работе представлено устройство для измерения геометрических параметров детали «стакан», которая используется в механических передачах, узлах и устройствах редукторов и других механизмах, для установки в него подшипниковых качения, выполняющих функцию опор валов. Контролируемыми параметрами являются глубина расточки и отклонение от параллельности торцевой поверхности относительно базовой внешней торцевой поверхности. Числовое значение допуска на глубину составляет 0,027мм, а отклонения от параллельности торцевых поверхностей не должно превышать 0,01мм. В качестве измерительного преобразователя в устройстве используется пневматический.

С целью обоснования принципиальной кинематической схемы проведён анализ схем и устройств контроля заданных параметров.

В докладе рассматривается кинематическая схема и даётся описание принципа работы автоматизированного устройства для контроля пара-

метров детали «стакан». Измеряемая деталь устанавливается на предметном столике, вращающемся в подшипниках. Для обеспечения высокой точности вращения измеряемой детали подшипники должны иметь 2 или 4 классы точности. Для точного центрирования измеряемой детали, т.е. совмещения осей детали и столика служат регулируемые упоры и подпружиненный прижим, состоящий из шарика и пружины.

Измерительные станции обеспечивают контроль глубины и отклонения от параллельности, путём контакта измерительных наконечников с поверхностями измеряемой детали. Для обеспечения точности измерения в конструкции используются пружинные параллелограммы.

Измерительные станции крепятся на подвижной каретке и шариковой направляющей. Перемещение подвижной каретки осуществляется пневмоцилиндром. Регулируемый упор служит для ограничения и регулирования положения станции на позиции измерения. Шариковая направляющая обеспечивает широкий диапазон и высокую точность перемещения.

Так же разработана конструкция измерительного устройства, проведены расчёты основных узлов с целью обоснования принятых конструктивных решений. Общий вид автоматизированного измерительного устройства включает в себя следующие узлы: измерительные станции контроля глубины и отклонения от параллельности, станину; отсчётное устройство, обеспечивающее отображение измерительной информации и содержащее элементы управления и настройки; пневмоблок.

На основании проведённого анализа составляющих и расчёта суммарной погрешности измерения глубины, показано, что расчётная величина, составляет 0,0027мм и не превышает допускаемой погрешности измерения.

Список литературы:

1. Латышенко К.П. Метрология и измерительная техника на базе измерительных преобразователей— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 194 с.

УДК 621.757

ПНЕВМОТАХОМЕТРИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ С ЛАМИНАРНЫМ ПНЕВМОСОПРОТИВЛЕНИЕМ И ПОСТОЯННЫМ ДАВЛЕНИЕМ НА ВХОДЕ

В.О. Танцюра, студент

А.П. Васютенко, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: lostbutwon@rambler.ru

В пневматических приборах для линейных измерений использована зависимость между площадью f проходного сечения канала истечения и расходом G сжатого воздуха. Площадь канала истечения изменяется в зависимости от измеряемого линейного перемещения. Таким образом, $G = \varphi(P, f)$, где P — давление воздуха, под которым он истекает через проходное сечение канала площадью f .

Пневматические измерительные приборы имеют пределы измерения $0,012 \div 0,24$ мм при нелинейности статической характеристики 1% и $0,03 \div 0,4$ мм при нелинейности 3%. Для расширения пределов измерения пневматических приборов используются эжекторные сопла круглого или прямоугольного сечения. Они позволяют расширить пределы измерения в $2 \div 3$ раза, что составляет $0,3 \div 0,65$ мм.

В докладе рассматривается, пневмотахометрический преобразователь с ламинарным пневмосопротивлением и постоянным давлением на входе, позволяющей значительно увеличить диапазон измерения.

Приводится схема лабораторной установки для исследования пневматического измерительного прибора с пневмотахометрическим преобразователем, которая включает в себя пневматическую измерительную скобу, состоящую из подвижной каретки с измерительным соплом, подвижной каретки с настроечным винтом, выполняющим функцию заслонки. Каретки и крепятся на пружинных параллелограммах. С настроечным винтом контактирует индикаторная головка. Пневматическая схема измерительной ветви состоит из измерительного сопла, расходомера и блока подготовки воздуха.

По результатам экспериментальных исследований рассчитаны и построены расходные характеристики измерительного сопла плунжерного типа при значениях рабочего давления воздуха

$$H_1 = 0,1; 0,15; 0,2 \text{ МПа.}$$

Построены графики расчетных и экспериментальных расходных характеристик, проведена оценка их соответствия, которая показала что расхождение не превышает 6%, что подтверждается правильность теоретических положений, изложенных при теоретическом обосновании исследуемого преобразователя и на основе которых построена модель пневмотахометрического преобразователя для линейных измерений с постоянным давлением на входе и измерительным соплом ламинарного типа.

В докладе приводится схема измерения наружного диаметра, радиального биения и отклонения от круглости детали вал на базе пневмотахометрического преобразователя.

Вал автоматически устанавливается в центрах подвижной бабки и неподвижной. Осевое перемещение правого центра осуществляется по средствам пневмоцилиндра.

С помощью подвижной каретки, движение которой обеспечивается пневмоцилиндром, стойка, с закрепленными на ней кронштейнами, на которых крепятся преобразователи и измерительные скобы, подводится на измерительную позицию. По результатам измерения определяется группа сортировки по диаметру и отклонению формы и взаимного расположения посадочных поверхностей вала под подшипники.

На позицию измерения детали поступают по загрузочному лотку, который жестко закреплен на основании. Подача деталей регулируется отсекающими, движение которых осуществляется пневмоцилиндрами. После измерения поворотная заслонка, с помощью пневмоцилиндра, совершает угловое перемещение, и деталь попадает в сортировочный лоток.

Проведен анализ и расчет составляющих и суммарной погрешности измерения, который показал, что расчетная величина погрешности не превышает допустимой $\Delta_{\Sigma} < [\Delta_{\Sigma}]$.

Список литературы:

1. Автоматизация процессов в машиностроении /Под ред. А.И. Дашенко.-М.: Высш. шк., 1991.-480 с.

УДК 621.9.019

ОБЗОР МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ ШВОВ КОРПУСА СУДНА

А.Э.Турсунова, студентка,

П.Н. Флоря, аспирант,

В.И.Головин, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: tursunova-a@mail.ru

В наши дни существует большое множество различных методов контроля качества элементов судов. Особое место уделяется методам неразрушающего контроля, которые позволяют диагностировать состояния объектов, не разрушая их. Говоря о контроле качества сварных швов наружной обшивки корпуса судна, следует различать виды дефектов, которые могут быть обнаружены. К внешним дефектам относят нарушения геометрических размеров (**подрезы, наплывы**), **непровары** и **прожоги, незаваренные кратеры**. Такие дефекты, как правило, возникают ещё на подготовительном этапе и могут быть обнаружены методом визуального контроля. Однако внутренние дефекты, к которым относятся трещины (холодные и горячие) и поры, могут возникнуть как до, так и в процессе эксплуатации объекта. При этом основными методами, которые используются при идентификации внутренних дефектов сварных швов, являются различные методы неразрушающего контроля.

Капиллярный метод неразрушающего контроля основан на проникновении внутрь поверхностного дефекта индикаторного вещества (рис.1).

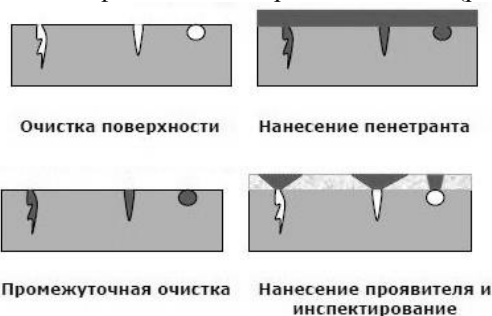


Рис.1 – Последовательность операций при капиллярном контроле

Проявитель, наносимый на поверхность объекта контроля через относительно малое время после осторожного удаления с поверхности неусвоенного пенетранта, растворяет находящийся внутри дефекта краситель и за счет взаимного проникновения «выталкивает» оставшийся в дефекте пенетрант на поверхность объекта контроля. Имеющиеся дефекты видны достаточно четко и контрастно [1].

Однако имеется существенный недостаток или же фактор, который ограничивает применение

данного метода. Он заключается в том, что при таком методе контроля возможно обнаружение только выходящих на поверхность дефектов.

Магнитные методы проверки качества сварных соединений основаны на изменениях формы магнитного поля при огибании им скрытых дефектов или пор внутри металла (рис.2). На исследуемую поверхность наносят сухой магнитный порошок, материал намагничивают, и порошок принимает форму магнитных полей, огибающих скрытые дефекты, которые можно изучить визуально. Мокрый магнитный метод отличается лишь тем, что на исследуемый объект наносят магнитную суспензию (керосин либо трансформаторное масло). При таких методах контроля невозможно обнаружить дефекты, расположенные параллельно плоскости поверхности (расслоение, трещина), а также дефекты глубокого залегания.

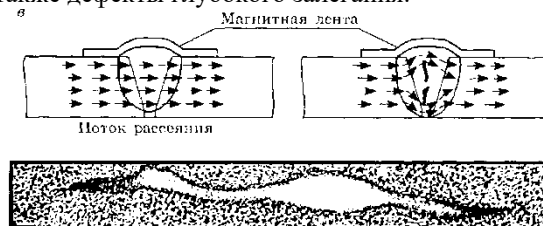


Рис.2 – Схема магнитного метода НК:
а – соединение без дефекта; б – соединение с дефектом

Наиболее распространёнными методами контроля сварных швов являются ультразвуковые и радиационные методы.

Ультразвуковой метод основан на том, что при прохождении звуковой волны сквозь толщу металла она отражается от тех мест, где материал перестаёт быть однородным, и переходит в дефект, это отражение фиксирует дефектоскоп (рис.3). Происходит преобразование звукового сигнала в электрический, который поступает на осциллограф, в результате чего на его экране можно увидеть скачок графика. Среди основных достоинств этого метода односторонний доступ к объекту контроля, мобильность приборов измерения и безопасность [2].

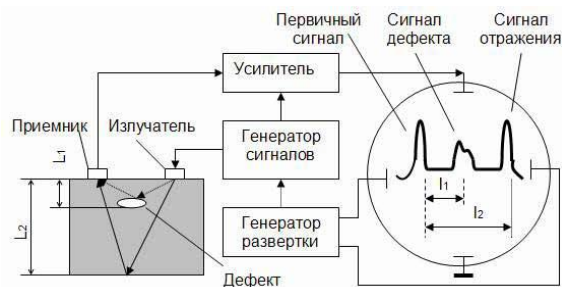


Рис.3 – Схема ультразвукового контроля

К недостаткам следует отнести невозможность получения осредненной толщины листа вдоль линии или на некоторой площади, а также обязательное наличие гладкой поверхности у измеряемого листа. Также следует отметить, что такой способ контроля применяется при толщине материала свыше 4 мм.

Радиационный метод является не менее точным и применяется при толщине свариваемых элементов до 60 мм. Место соединения очищают от шлака, окалины, брызг металла и грязи. Рентгеновскую трубку, которая является источником излучения, располагают перед проваренным швом таким образом, чтобы пучок лучей проходил перпендикулярно его оси (рис.4). Изделие просвечивают в течение определенного времени и после проверки пленку проявляют, после чего производится их расшифровка дефектокопистом с помощью негатоскопа с целью описания и регистрации выявленных дефектов. В тех местах, где находятся дефекты, она будет засвечена сильнее. Появятся более темные области, по которым можно судить о характере дефектов и их размерах. Для того чтобы узнать глубину залегания этих областей, со стороны рентгеновской трубки параллельно сварному шву устанавливают дефектометр, который служит эталоном.

Достоинствами такого метода контроля являются надёжное обнаружение отклонений от стандарта и фиксация мелких дефектов с детализацией их расположения, а также достаточно быстрое обнаружение нарушений конструктивной целостности. Однако при тестировании такими методами могут не выявляться трещины, непровары и пустоты, у которых плоскость раскрытия не совпадает с направлением проникающих лучей [3].

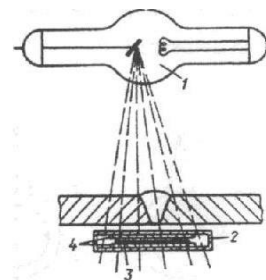


Рис.4 – Схема радиационного метода контроля сварного соединения:

1 – рентгеновская трубка; 2 – кассета; 3 – фотопленка; 4 – экраны

Очевидно, что каждую из методик неразрушающего контроля сварных соединений следует применять по назначению и в условиях, при которых она наиболее эффективна, это позволит исключить брак свариваемых элементов ответственных конструкций и изделий. Однако из всех представленных методов контроля можно выделить радиационный метод, как наиболее универсальный, точный и наглядный. Основной недостаток радиационного контроля заключается в действии на организм человека ионизирующего излучения, прямо или косвенно вызывающего ионизацию среды. Излучение непосредственно поражает также ядра клеток живой ткани, вызывая в них необратимые изменения. Основные средства защиты от облучения (ГОСТ 12.4.120 - 83 и «Основные санитарные правила ОСП 72/87») — это увеличение расстояния между персоналом и источником, сокращение времени облучения, экранирование источника. Средства индивидуальной защиты предохраняют от радиоактивных загрязнений кожу и дыхательные пути. Для этого применяют спецодежду, резиновые перчатки, респираторы. Для оценки радиационной опасности и поглощенной дозы применяют дозиметры. Стационарные приборы ставят в помещениях, индивидуальными – снабжают работающий персонал. Однако для того, чтобы полностью ограничить вредное воздействие излучения на специалистов, проводящих радиационный контроль и работников, находящихся поблизости, следует автоматизировать данный процесс. Это возможно при использовании приборов контроля, самостоятельно перемещающихся и совершающих полный цикл процесса диагностирования без участия либо частичным участием человека.

Список литературы:

1. Капиллярный контроль – метод дефектоскопии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://t-ndt.ru/kapillyarnyj-kontrol-metod-defektoskopii-1343.html>.
2. Описание неразрушающих методов контроля сварных соединений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://moyasvarka.ru/process/nerazrushayushhie-metody-kontrolya-svarnyx-soedinenii.html>.
3. Антикайн, П.А. Изготовление объектов котлонадзора: Справочное издание/ П.А.Антикайн, А.К.Зыков. - М.: Издательство «Металлургия», 1980.- 321 с.

УДК 621.757

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА С ТУРБУЛЕНТНЫМИ ПНЕВМОСОПРОТИВЛЕНИЯМИ ТИПА СОПЛО - ЗАСЛОНКА И ПОСТОЯННЫМ ДАВЛЕНИЕМ ВОЗДУХА НА ВХОДЕ РАСХОДОМЕРА

А. А. Якимов, студент,

А. В. Литовченко, студент,

А.П. Васютенко, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г.Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: yakimsanya@mail.ru

Основным направлением развития приборостроения является разработка средств измерительной техники, включающих приборы для измерения механических, электрических, магнитных, тепловых, оптических и других физических величин. Измерительные приборы совместно с автоматическими управляющими и исполнительными устройствами формируют техническую базу автоматизированных систем управления технологическими процессами.

Главную роль в обеспечении качества продукции автоматизированных производств принадлежит автоматическим устройствам, предназначенным для контроля размеров и формы детали.

Пневматические приборы могут быть манометрического и ротаметрического типов. В пневматических преобразователях ротаметрического типа для линейных измерений использована зависимость между площадью f проходного сечения канала истечение и расходом G сжатого воздуха: $G=\varphi(P,f)$.

По характеру движения воздуха постоянные дроссели делят на турбулентные и ламинарные. Турбулентные дроссели обычно выполняют в виде жиклеров — каналов с малым отношением длины к диаметру, а ламинарные в виде капилляров — каналов с большим отношением длины к диаметру.

В докладе рассматривается схема пневмотахометрического преобразователя с турбулентным пневмосопротивлением типа сопло – заслонка и постоянным давлением воздуха на входе расходомера.

Приведена расходная характеристика пневмосистемы на основании которой получена зависимость числа оборотов ротора тахометрического преобразователя от зазора z между измерительным соплом и заслонкой.

В докладе приводиться схема и конструкция автоматизированного устройства для контроля диаметра отверстия и радиального биения поверхности ведущего вала коробки передач.

Устройство включает в себя основные узлы: базирующее устройство, состоящее из подвижной каретки, шариковой направляющей, и подводящего устройства для контроля диаметра вала. Принцип действия следующий: измеряемая деталь устанавливается в центрах. С помощью пневмоцилиндра происходит подвод подвижной каретки с измерительным устройством на позицию измерения до регулируемого упора. По результатам измерения определяются группы сортировки деталей: годные, брак +, брак-.

Проведен анализ и расчет составляющих погрешностей измерения диаметра отверстия и радиального биения детали, показано что величина суммарной погрешности измерения $\Delta_{\Sigma}=2\text{мкм}$ не превышает допускаемой величины $\Delta_P=3\text{мкм}$.

Список литературы:

1.Латышенко К.П. Метрология и измерительная техника на базе измерительных преобразователей— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 194 с.

РАЗДЕЛ 5. МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

УДК 658.5

ПРЕМИИ В ОБЛАСТИ КАЧЕСТВА – ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ

И.А. Иващук, студент,

М.Н. Белая, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: belaya_079@mail.ru

Премия в области качества для предприятий и организаций является современным инструментом целенаправленного инновационного развития, совершенствования деятельности и повышения конкурентоспособности. Премия в области качества – это конкурс, проводимый с целью выявления организации, которая наилучшим образом, по сравнению с другими организациями-участниками конкурса, обеспечивает качество изготовления товаров, предоставление услуг или выполнение каких-либо работ.

При участии в этом конкурсе организации оцениваются по определенному набору критериев, на основании которых происходит сравнение и выбор лучшей из них для номинирования на премию.

Участие в премии в области качества требует от организаций большого количества усилий и ресурсов. Для того чтобы победить в конкурсе, необходимо максимально соответствовать всем критериям премии по качеству. А для этого требуется применять различные методы, инструменты и технологии улучшения качества.

Премии по качеству создавались во многих странах мира с одной целью - стимулировать организации выпускать более качественную продукцию. С развитием конкуренции на мировых рынках, многие страны осознали, что качество продукции без обеспечения качества управления, качества постановки целей и качества их реализации достигнуть невозможно.

Премии в области качества различаются по уровню локализации и сферам профессиональной деятельности [1]:

- международные;
- национальные;
- региональные;
- премии уровня профессиональных союзов;
- премии крупных компаний (применяются для поставщиков).

В настоящее время существует несколько направлений по учреждению наград в области качества:

- признание лучших товаров и услуг, например победители таких премий – это «Сто лучших товаров России», «Народная марка», «Товар года»;
- индивидуальные премии за вклад в развитие движения качества, например, премия Акайо

(Акао Prize), премии Американского Общества Качества, персональная премия Деминга;

- награды для компаний за построение лучших систем управления, за качественно организованный бизнес-процесс, позволяющий компании совершенствовать деятельность и обеспечивать свою конкурентоспособность.

В мире существует большое количество различных премий по качеству. Рассмотрим известные мировые премии в области качества и премию правительства РФ в области качества. К наиболее известным мировым премиям в области качества относятся: Премия Деминга, Премия Болдриджа, Европейская премия качества, Японская премия качества, Золотая награда за качество стран Азиатско-Тихоокеанского региона и др.

Премия Деминга является первой и самой престижной из всех существующих на сегодняшний день наград за качество. Целью премии Деминга является развитие систем всеобщего менеджмента качества в организациях, а также применение и развитие инструментов качества или статистических методов, позволяющих совершенствовать работу. Ежегодно определяют, насколько успешно компании применяют принципы и методы TQM, оценивая деятельность по обеспечению качества, построению систем внутриорганизационного контроля компании с применением статистических методов контроля качества и организации «кружков качества», а так же достигнутые результаты: улучшение качества продуктов и услуг, повышение производительности, снижение издержек, увеличение продаж, рост прибыли [1].

Национальная награда за качество США – премия Болдриджа. Премия призвана распространять философию качества, определять требования к совершенствованию качества, способствовать обмену информацией об успешных стратегиях улучшения качества.

Европейская премия качества признана стимулировать организации совершенствовать качество выпускаемой продукции и качество управления. Премия способствует эффективному развитию и внедрению всеобщего управления на основе качества.

Японская премия качества разработана на базе критериев премии Болдриджа и адаптирована

к японской практике менеджмента. Японская премия качества проводится с целью самооценки организации для дальнейшего совершенствования.

Золотая награда за качество стран Азиатско-Тихоокеанского региона учреждена национальными организациями по качеству стран Азии и Тихоокеанского региона. Цель учреждения премии по качеству – стимулировать компании Азиатско-Тихоокеанского региона к совершенствованию качества и повышению их конкурентоспособности на мировых рынках.

В России, также существует своя премия по качеству – Премия правительства РФ в области качества. Ежегодно проводится конкурс на соискание премий Правительства Российской Федерации в области качества, оценочные критерии которого гармонизированы с моделью престижной Европейской премии [1].

Премия правительства РФ в области качества была учреждена в 1996 году. Эта премия является национальной. Цель Российской премии – стимулировать отечественные предприятия и организации совершенствовать качество выпускаемой продукции и предоставляемых услуг, а также повышать эффективность своих систем управления.

Участие и победа в премии повышает имидж организации на рынке, способствует укреплению репутации, привлечению новых заказчиков и партнеров. Победители премии имеют право применять знак премии на рекламных материалах и документах организации.

Участвовать в конкурсе на премию правительства РФ в области качества может любая организация, работающая на территории Российской Федерации. Все организации, участвующие в конкурсе, подразделяются по численности работающего персонала. Всего существует три категории конкурсантов – с численностью до 250 человек, с численностью от 250 до 1000 человек и, с численностью свыше 1000 человек.

Премия проводится ежегодно. В отличие от награды EFQM, Российская премия в области качества не предусматривает единственного победителя. В Российской премии по итогам конкурса определяются лауреаты и дипломанты премии. Лауреаты премии могут повторно принять участие в конкурсе только через пять лет. Дипломанты могут принять участие в премии на следующий год на общих основаниях.

Список литературы:

1. Менеджмент качества. Премии по качеству: [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.kpms.ru/General_info/Quality_Awards.htm.

Порядок участия организаций в премии правительства РФ в области качества схож с порядком участия в награде EFQM за совершенство. Организация должна подать заявку на участие в премии. После этого она проводит самооценку своей деятельности по критериям премии и предоставляет отчет в комитет премии. Эксперты комитета осуществляют оценку отчетов и выбирают отчеты, набравшие наибольшее количество баллов. После этого проводится оценка работы отобранных организаций на их территории. По результатам такой оценки выбираются лучшие организации, которые становятся лауреатами премии.

Модель премии правительства РФ в области качества содержит 9 критериев. Эти критерии, так же как и в модели EFQM делятся на две группы – группа «возможности» и группа «результаты». Каждый из критериев разбивается еще на ряд подкритериев. Критерии, которые содержит премия правительства РФ в области качества, представлены на рисунке.

Максимальное количество баллов, которые организация может получить по указанным критериям, составляет 1000 баллов. Из них 500 баллов присуждается за группу «возможности» и 500 баллов за группу «результаты».

В заключение, целесообразно сформулировать преимущества, получаемые предприятиями участвующими в конкурсе или использующие модели премий качества как инструмент управления. Можно выделить следующие преимущества:

- имидж лидера;
- репутация надежного производителя высококачественной и конкурентоспособной продукции или услуги;
- способность привлечения новых партнеров и заказчиков;
- сохранение и увеличение существующей доли рынка;
- рост прибыли;
- открытие новых деловых возможностей;
- получение всесторонней картины своей деятельности;
- оценивание деятельности предприятия с целью удовлетворенности потребителей, персонала, поставщиков, общества;
- определение приоритетных направлений совершенствования.

УДК 620.179

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДА МАГНИТНОЙ ПАМЯТИ МЕТАЛЛА

Э.Э Кадыров, студент,

Е.Ф Бариева, преподаватель, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Курчатова 7, г.Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: emir.kadirov@yandex.ua

Важной проблемой в машиностроении и современном неразрушающем контроле является проблема качества сварных соединений разных типов, так как выявляются зоны с высокой неоднородностью и зоны концентрации напряжений.

Сварные соединения необходимо контролировать для того чтобы они соответствовали заданным требованиям по качеству, так как качество сварных соединений влияет на функциональность всей сваренной конструкции и дальнейшей его эксплуатации.

К неразрушающим методам контроля сварных соединений относят такие методы как:

- визуально-измерительный контроль сварки внешним осмотром;
- ультразвуковая дефектоскопия сварных соединений;
- магнитная дефектоскопия сварных соединений;
- радиографический контроль сварных соединений.

Принципиально новым методом неразрушающего контроля сварных соединений является метод магнитной памяти металла (МПМ). Он был введен в действие и утвержден ОАО «Газпром» и допущен к применению на практике в 1998 году [1]. В 2007 году в результате положительного голосования среди стран-членов Международного института сварки был утвержден международный стандарт по методу магнитной памяти металла.

Метод магнитной памяти металла заключается в анализе распределения собственного магнитного поля рассеяния на поверхности изделия с целью определения зон концентрации напряжений, дефектов и неоднородности структуры металла и сварных соединений.

Применение данного метода очень широко. Это машиностроение, энергетика, нефтегазовый комплекс, химическая промышленность, металлические конструкции, железнодорожный транспорт, металлургия.

Основными задачами метода МПМ являются:

- определение неоднородности напряженно-деформированного состояния оборудования и конструкции
- выявление зон концентрации напряжений – основных источников развития повреждений;
- ранняя диагностика усталостных повреждений и оценка остаточного ресурса оборудования и конструкции;
- сокращение материальных затрат при использовании метода МПМ в сочетании с традиционными методами неразрушающего контроля;
- экспресс – сортировка новых и бывших в эксплуатации изделий машиностроения по их структурной неоднородности.

Достоинства метода магнитной памяти металла по сравнению с ультразвуковым контролем, что он определяет концентрацию напряжений на дефектах, т.е. дает оценку степени их опасности для развития напряжений и дает общую оценку напряженно-деформированного состояния металла и сварных соединений, так же метод МПМ не требует подготовки поверхности объектов контроля.

Недостатками метода является необходимость воздействия на объект контроля изменяющимся магнитным полем, которое препятствует достоверному получению результата контроля методом МПМ при наличии свободных токов, вблизи нахождения объекта контроля с высоковольтной линией либо железной дорогой. Так же метод требует дорогостоящего оборудования для проведения контроля.

Рассмотрев преимущества и недостатки метода МПМ, можно сделать следующие выводы:

- 1) Метод магнитной памяти металла является безальтернативным методом среди всех методов неразрушающего контроля сварных соединений;
- 2) Это единственный метод который способен определить концентрацию напряжений на дефектах и дать оценку напряженно деформированному состоянию металла.

Список литературы:

1. Дубов А.А., Колокольников С.М. Метод магнитной памяти металла и приборы контроля. Учебное пособие. / А.А. Дубов, С.М. Колокольников. - М.: ЗАО "ТИССО", 2008. - 365с.

УДК 65.016.1

О КРИТЕРИЯХ АККРЕДИТАЦИИ ОРГАНОВ ПО СЕРТИФИКАЦИИ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

М. Коршунова, студент,

М.Н. Белая, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: belaya_079@mail.ru

Прежде чем орган по сертификации систем менеджмента качества (СМК) приступит к деятельности по оценке соответствия ему необходимо пройти аккредитацию. Для подтверждения компетенции выполнять работы в определенной области необходимо соответствовать критериям аккредитации.

Критерии аккредитации – это требования, которым должен соответствовать орган по сертификации СМК, чтобы пройти аккредитацию в национальной системе аккредитации «Росаккредитации».

В соответствии с ГОСТ Р 51000.6-2011 «Общие требования к аккредитации органов по сертификации продукции и услуг» критерии аккредитации – это требования, предъявляемые органом по аккредитации к заявителю – органу по сертификации.

В приказе Министерства экономического развития Российской Федерации «Об утверждении Критериев аккредитации, перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации, и перечня документов в области стандартизации, соблюдение требований которых заявителями, аккредитованными лицами обеспечивает их соответствие критериям аккредитации» представлены в общем виде критерии аккредитации [1]. Данные критерии аккредитации для органов по сертификации СМК можно разделить на шесть групп. К таким группам критериев аккредитации относятся:

- критерии системы менеджмента качества;
- критерии доступности информации о деятельности органа по сертификации;
- критерии наличия нормативно правовой базы, устанавливающей требования к проведению соответствия и объектам сертификации;
- критерии наличия помещений и оборудования;
- критерии, связанные с квалификацией персонала органа по сертификации СМК;
- критерии перечня необходимых документов, подтверждающих соответствие органа по сертификации критериям аккредитации.

Систему менеджмента качества органа по сертификации необходимо:

- а) спланировать, т.е.:
 - 1) определить область действия СМК;
 - 2) определить состав процессов;

- 3) подготовить план внедрения;

- 4) установить сроки разработки СМК и их ответственных за СМК;

- б) документировать СМК, т.е. разработать полный комплект документации, описывающий СМК:

- 1) политику и цели в области качества органа по сертификации СМК;

- 2) руководство по качеству органа по сертификации СМК;

- 3) обязательные процедуры СМК;

- 4) записи по качеству;

- в) внедрить СМК.

Внедрение СМК является достаточно трудной, длительной и трудоемкой задачей, т.к. представляет собой комплекс работ, который затрагивает различные аспекты деятельности организации. Внедрение СМК происходит в несколько этапов:

- анализ существующей ситуации в организации и обучение персонала;
- разработка документации и изменение работы сотрудников;
- проведение внутреннего аудита СМК.

Для обеспечения доступности информации о деятельности органа по сертификации СМК предусматривается наличие сайта в сети интернет. Сайт должен содержать необходимые сведения и информацию об органе по сертификации СМК и о его работе:

- название органа по сертификации, местонахождение и контактные данные (реквизиты);
- вид деятельности и область аккредитации;
- порядок взаимодействия заявителей с органом по сертификации.

Что касается наличия нормативно правовой базы, то данный критерий можно разделить на две группы:

- по наличию нормативных документов (набор актуальных нормативных документов по объектам сертификации в заявленной области аккредитации, т.е. для СМК организаций к таким документам относятся национальные стандарты, регламентирующие требования к СМК и проведению внутреннего и внешнего аудитов СМК) [2, 3];
- по подтверждению работы с нормативными документами (документы, на основании которых органом по сертификации выдается сертификат на СМК или отказ в сертификации, например, отчеты

по внешнему (сертификационному) аудиту, протоколы испытаний и другие документы, подтверждающие соответствие СМК нормативным требованиям).

Критерий наличия помещений и оборудования относится к трем видам ресурсов:

- помещениям;
- оборудованию и техническим средствам;
- материальным средствам.

К этим ресурсам предъявляются следующие требования:

- ресурсы должны быть в наличии;
- ресурсы должны соответствовать требованиям нормативных документов;
- у органа по сертификации СМК должны быть в наличии указанные нормативные документы.

К перечню документов подтверждающих соответствие органа по сертификации СМК критериям аккредитации относят:

- руководство по качеству или разработанная и внедренная СМК;
- документ, содержащий сведения о работах органа по сертификации СМК;
- документы, подтверждающие соблюдение установленных к работникам требований (трудовые договоры; гражданско-правовые договоры; документы о квалификации работников; трудовые книжки);
- документы на право собственности занимаемых помещений и используемого оборудования;

- документы, устанавливающие требования к подтверждению соответствия и объектам подтверждения соответствия.

Критерии, связанные с квалификацией персонала органа по сертификации СМК относятся к экспертам и руководящему составу органа по сертификации СМК.

Критерии аккредитации определяют требования к управлению информацией и данными, правилам проведения анализа данных и контролю за их работой, управлению взаимодействиями с заявителем и т.п.

Органы по сертификации СМК, как правило, не выполняют самостоятельно испытания или аналитические исследования. Следовательно, для аккредитации органа по сертификации СМК достаточно иметь помещения для работы персонала (в собственности или арендуемое) и оборудование или технические средства для проведения работ по подтверждению соответствия СМК.

Создание органа по сертификации СМК с последующей его аккредитацией на базе организации, имеющей опыт работы в сфере оценки соответствия, позволяет сократить сроки и объем работы при проработке критериев аккредитации.

Следовательно, необходимо провести анализ соответствия претендующей организации на статус органа по сертификации СМК критериям аккредитации и подготовить детальный план и график работы по проработке данных критериев аккредитации.

Список литературы:

1. Утверждение критериев аккредитации, перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации, и перечня документов в области стандартизации, соблюдение требований которых заявителями, аккредитованными лицами обеспечивает их соответствие критериям аккредитации: [Приказ Минэкономразвития России от 30.05.2014 г. № 326], [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «КонсультантПлюс» - Режим доступа: www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_166969/
2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Стандартинформ, 2015. – 32 с.
3. ГОСТ Р ИСО 19011-2012 Руководящие указания по аудиту систем менеджмента. – М.: Стандартинформ, 2013. – 42 с.

УДК 006.015.8

К ВОПРОСУ О ВНЕДРЕНИИ СИСТЕМЫ ХАССП НА ПРЕДПРИЯТИЯХ г. СЕВАСТОПОЛЬ

Т.В. Муха, студент,

М.Н. Белая, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: belaya_079@mail.ru

В соответствии с техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ст. 10 п. 2) внедрение системы ХАССП является обязательным требованием для предприятий и организаций деятельность, которых связана с пищевой продукцией.

В г. Севастополе существует множество организаций и предприятий выпускающих и реализующих пищевую продукцию. Ниже приведена классификация по видам выпускаемой продукции некоторых из них:

1. Предприятия, выпускающие кондитерские изделия: Кондитерский цех «Ёжики», ТМ «Медоборы», Кондитерский цех «Фантазия», Фирма «Альба-юг», Фирма «Авторские торты», Кондитерская фирма «Мармелад», Кондитерская фабрика «Ат-Крым», Кондитерская «Жанна», Кондитерская «Маленький Принц» и др.

2. Предприятия, выпускающие хлебобулочные изделия: завод «Царь Хлеб» и др.

3. Мясная промышленность: Компания ООО «Беннер В», Компания «Крымский гостинец», ООО «Трио+» и др.

4. Предприятия, занимающиеся оптовой торговлей: Фирма «Севпрок» и др.

5. Предприятия, выпускающие молоко и молочную продукцию: Фирма «Севастополь молоко» и др.

6. Предприятия, выпускающие рыбу и морепродукты: производство икры «Продбиопрот», предприятие «Морской колокол», фирма «Яхонт ЛТД», предприятие «Трейд и сервис», Севастопольский рыбоконсервный комбинат «Новый» и др.

7. Предприятия, выпускающие алкогольную продукцию: Завод шампанских вин «Золотая балка», ООО Инкерманский завод марочных вин; с/з им.П.Осипенко, ТД Севастопольский завод шампанских вин.

8. Организации, занимающиеся оказанием услуг по организации питания в дошкольных образовательных учреждениях.

Таким образом, у каждого предприятия, организации и отрасли существуют свои особенности,

которые необходимо учитывать при разработке, внедрении и сертификации ХАССП.

Система ХАССП предусматривает систематическую идентификацию, оценку и управление опасными факторами, существенно влияющими на безопасность продукции, а также обеспечивает контроль на всех этапах производства пищевых продуктов - в любой точке процесса самого производства, хранения и реализации продукции, где могут возникнуть опасные ситуации. Для разработки и внедрения системы ХАССП предприятиям и организациям, выпускающим и реализующим пищевую продукцию в г. Севастополе необходимо в первую очередь определить нормативную базу, регламентирующую требования к отдельным видам продукции, а также стандарты, устанавливающие общие и специфические требования к разработке, внедрению и сертификации системы ХАССП:

1. Общие требования: ГОСТ Р 51705.1-2001 Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования; ГОСТ Р ИСО/ТУ 22004-2008 Система менеджмента безопасности пищевой продукции. Рекомендации по применению ИСО 22000:2005; ГОСТ Р 53755-2009 (ISO/TS 22003:2007) Системы менеджмента безопасности пищевых продуктов. Требования к органам, осуществляющим аудит и сертификацию систем менеджмента безопасности пищевых продуктов.

2. Мясная промышленность: ГОСТ 33182-2014. Промышленность мясная. Порядок разработки системы ХАССП на предприятиях мясной промышленности.

3. Услуги розничной торговли: ГОСТ Р 55888-2013 Услуги розничной торговли. Система менеджмента безопасности пищевых продуктов.

4. Услуги общественного питания: ГОСТ Р 55889-2013. Услуги общественного питания. Система менеджмента безопасности продукции общественного питания.

Список литературы:

1. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» № ТР ТС 021/2011, [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902320560>.

УДК 65.016.1

КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЛАСТИ АККРЕДИТАЦИИ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Е.Д. Хмара, студент,

М.Н. Белая, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: belaya_079@mail.ru

Выбор области аккредитации для испытательной лаборатории (ИЛ) является важнейшим этапом при ее создании и дальнейшей аккредитации.

Область аккредитации ИЛ – сфера деятельности испытательной лаборатории, определяемая при ее аккредитации [1].

Для испытательной лаборатории область аккредитации может содержать две группы методов испытаний и контроля, а именно:

- методы разрушающего контроля;
- методы неразрушающего контроля.

Неразрушающий контроль – контроль надежности основных рабочих свойств и параметров объекта или отдельных его элементов/узлов, не требующий вывода объекта из работы либо его демонтажа.

Разрушающий контроль – контроль надежности основных рабочих свойств и параметров объекта или отдельных элементов при различных сочетаниях температурно-силовых и коррозионных воздействий, приводящих к разрушению испытуемого объекта.

Состав данных методов зависит от параметров контроля, которые устанавливаются в нормативных документах на конкретный вид продукции, или материалов.

Исходя из сведений, описанных выше, правильное указание области аккредитации ИЛ непосредственно определяет границы сферы деятельности испытательной лаборатории.

Сфера деятельности ИЛ – это перечень видов продукции, которую ИЛ может подвергать проверке, а также перечень видов испытаний, которые она может проводить, в соответствии с требованиями нормативных и других документов.

Следовательно, необходимо определится с порядком и критериями определения области аккредитации:

- установление видов деятельности для проведения испытаний и контроля;
- установление объектов контроля;
- определение нормативных документов для объектов контроля;
- определение состава контролируемых параметров;
- определение видов контроля и испытаний;
- определение нормативных документов по методам контроля и испытаниям.

При определении видов деятельности ИЛ для проведения испытаний и контроля необходимо учитывать, что виды деятельности напрямую связаны со сферой работы ИЛ. Виды деятельности ИЛ целесообразно определять по различным справочникам и классификаторам (зависит от системы, в которой осуществляется аккредитация испытательной лаборатории). Например, для аккредитации в Российской национальной системе аккредитации (Росаккредитация) виды деятельности устанавливаются по Общероссийскому классификатору видов экономической деятельности (ОКВЭД). Если аккредитация ИЛ осуществляется в одной из систем аккредитации Евразийского экономического сообщества (ЕЭС), то виды деятельности определяются по Статистической классификации видов экономической деятельности ЕЭС и т.п.

В каждом виде экономической деятельности существует свой набор продукции, материалов или услуг, которые обрабатываются, создаются и применяются в этом виде деятельности. Включить всю номенклатуру продукции в область аккредитации довольно проблематично и нецелесообразно. Аккредитация ИЛ проводится по определенному перечню продукции. Для определения этого перечня используются справочники продукции и услуг. Справочники продукции взаимосвязаны со справочниками видов деятельности. Чтобы установить объекты контроля и испытаний для аккредитации в системе «Росаккредитация» применяются Общероссийский классификатор продукции (ОКП) и классификатор Товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности Таможенного союза (ТНВЭД ТС). ОКП и ТНВЭД ТС обязательно указываются в документе для аккредитации «Область аккредитации ИЛ». Документ «Область аккредитации ИЛ» является обязательным и основным документом, предоставляемым на аккредитацию ИЛ. В других системах аккредитации применяются свои справочники и классификаторы.

Следующим этапом определения области аккредитации ИЛ является – установление состава нормативных документов для объектов контроля, регламентирующих параметры объектов контроля и испытаний. В большинстве случаев, по каждой из групп объектов контроля и испытаний, существуют нормативные документы, определяющие

требования к их безопасному применению и использованию. Такие требования содержатся в технических регламентах, стандартах, санитарных нормах и правилах, технических условиях и т.д. Если испытания проводятся в рамках Таможенного Союза, то к таким документам относятся технические регламенты Таможенного союза, Директивы ЕЭС, если испытания проводятся на международном уровне, то в данном случае применяются международные стандарты, например, ISO, IEC, ISO/IEC и пр. Аккредитация испытательной лаборатории осуществляется с учетом применения таких документов. Перечень стандартов обязательно указывается в документах по аккредитации «Область аккредитации ИЛ» и «Перечень нормативной документации, устанавливающей требования к сертифицируемым объектам и методы их испытаний» и обязательно используются при проведении испытаний.

В нормативных документах может быть установлено большое количество параметров контроля. Для определения области аккредитации необходимо установить, какие конкретно пара-

метры, указанные в отдельном нормативном документе, будет контролировать ИЛ. В область аккредитации могут включаться все параметры или только часть из них.

Что бы правильно определить область аккредитации, необходимо выбрать подходящие методы контроля для проведения испытаний объектов и образцов, что будет влиять на состав нормативных документов по аккредитации ИЛ.

Методы контроля и испытаний в основном устанавливаются в нормативных документах, определяющих единый порядок и правила проведения испытаний и контроля, что позволяет определить уровень технической компетентности ИЛ.

Рассмотренные критерии определения области аккредитации ИЛ позволят точно определить область аккредитации для организаций, претендующих на статус аккредитованной ИЛ. Результаты описания критериев определения области аккредитации должны отражаться в документации для аккредитации ИЛ.

Список литературы:

1. Об аккредитации в национальной системе аккредитации: [Федеральный закон от 28.12.2013 г. № 412], [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «КонсультантПлюс» - Режим доступа: www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156522/

УДК 378

АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ И НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ РЕГЛАМЕНТИРУЮЩЕЙ ТРЕБОВАНИЯ К НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИМ РАБОТНИКАМ ВУЗ

Е.С. Шахова, студент,

А.В. Острянская, магистр,

А.Н. Бакулина, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: hnbakulina@ya.ru

Основной деятельностью ВУЗ является предоставление образовательных услуг (ОУ). Качество же образования или получения на выходе востребованного работодателями специалиста в первую очередь зависит от качества работы научно-педагогических работников (НПР). Соответственно вопросы контроля и оценки качества работы НПР являются одной из сложных и важных задач в управлении качеством образования.

В Трудовом кодексе РФ указано что, к педагогической деятельности допускаются лица, имеющие образовательный ценз, который определяется в порядке, установленном законодательством РФ в сфере образования. Следовательно, Трудовой кодекс лишь ссылается на законодательство РФ в сфере образования, не указывая конкретных требований для НПР.

Анализ ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» показал, что право на занятие педагогической деятельностью имеют лица: имеющие среднее профессиональное или высшее образование; отвечающие квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках, и (или) профессиональным стандартам.

В данном законе указан только один качественный показатель – это наличие образования, ни одного из количественных показателей не указано.

Анализ Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих (ЕКС) позволил выделить основные требования к НПР, без разделения по должностям [1]: наличие высшего профессионального образования; стаж работы в образовательном учреждении; наличие послевузовского профессионального образования (аспирантура, ординатура, адъюнктура); наличие ученой степени кандидата наук.

Таким образом, можно сделать вывод, что в ЕКС указаны общие количественные и качественные характеристики, но нет конкретизированных требований к НПР, например, по количеству опубликованных статей, учебно-методических пособий, научных трудов, либо еще каких навыков необходимых к той или иной должности.

В Положении об оплате труда работников федерального государственного автономного образо-

вательного учреждения высшего образования «Севастопольский государственный университет» (СевГУ) указано что, определение размеров заработной платы работников университета осуществляется в соответствии с системой оплаты труда работников университета, как по основным должностям, так и по должностям, занимаемым в порядке совместительства. Оплата труда работников занятых по совместительству, а так же на условиях неполного рабочего дня или неполной рабочей недели, производится пропорционально отработанному времени либо в зависимости от выполняемого объема работ [2].

Размеры, порядок и условия осуществления выплат стимулирующего характера устанавливаются с учетом разрабатываемых в университете показателей и критериев оценки эффективности труда работников, в соответствии с «Положением об установлении стимулирующих выплат работникам Университета». Размер должностного оклада является фиксированным размером оплаты труда за исполнение должностных обязанностей определенной сложности за календарный месяц без учета компенсационных и стимулирующих выплат.

Из Положения следует, что оплата труда НПР зависит от количественных показателей, о качественных, таких как наличие научных трудов, публикаций, разработка учебно-методических пособий речи не идет.

В положении о порядке замещения должностей НПР в СевГУ указаны квалификационные требования к претендентам на должности НПР, установленные СевГУ. Положение содержит как качественные, так и количественные требования к претендентам на должности НПР, и в полной мере отображает те компетенции которыми должен обладать претендент на определенную должность.

Программа развития СевГУ на 2016 – 2025гг. в части развития кадрового потенциала университета предполагает [3]:

- организацию стажировок НПР и аспирантов в ведущих российских и зарубежных научно-образовательных центрах, а так же привлечение к образовательному процессу и научно-исследовательской деятельности ведущих преподавателей, исследователей и специалистов;

- создание конкурентоспособной системы оплаты труда, мотивации и развития;
- формирование кадрового резерва, обучение, и повышение квалификации работников.

Результатом реализации этой программы будет являться:

- увеличение доли НПР, прошедших программы стажировок в течение года;
- развитие профессиональных компетенций работников университета;
- внедрение эффективного трудового контракта для работников;
- сопровождение системы мотивации профессионального развития НПР;
- увеличение доли НПР, прошедших программы повышения квалификации в течение года.

ГОСТ Р 52614.2-2006 «Системы менеджмента качества. Руководящие указания по применению ГОСТ Р ИСО 9001-2001 в сфере образования» учитывает следующие показатели: опыт работников; подразумеваемые и очевидные знания; навыки лидерства и менеджмента; средства планирования и улучшения; групповую работу; решение проблем; навыки общения; культуру и социальное поведение; знание рынков, потребностей и ожиданий потребителей и других заинтересованных сторон; творчество и новаторство.

Указанные показатели несут сугубо общепрофессиональный характер, и не имеют никаких количественных характеристик.

Одним из методов подготовки НПР является обучение в аспирантуре. Для оценки эффективности подготовки НПР необходимо рассмотреть документ, на соответствие которому проводится подготовка. В каждом из исследованных ФГОС ВО по направлению аспирантуры указано, что в результате освоения программы аспирантуры у выпускника должны быть сформированы:

- универсальные компетенции, не зависящие от конкретного направления подготовки;

- общепрофессиональные компетенции, определяемые направлением подготовки;

- профессиональные компетенции, определяемые направленностью (профилем) программы аспирантуры в рамках направления подготовки.

Таким образом, выпускник аспирантуры обладает в большей степени общепрофессиональными компетенциями и универсальными, которые являются основой для всех выпускников аспирантуры, не зависимо от направления подготовки, а профессиональные компетенции остаются на усмотрение ВУЗ. ФГОС ВО не содержат количественных показателей для оценки качества выпускника аспирантуры, который потенциально становится НПР.

Анализ законодательных и нормативных требований к НПР ВУЗ, позволяет сделать вывод об отсутствии системы внешних требований к научно-педагогической деятельности в вузе; достаточных нормативных, образовательных, научно-методических условий для подготовки и профессионального развития НПР.

Указанные в изученных источниках квалификационные требования к НПР не удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым к современным вузам в части научно-педагогической деятельности.

Отсутствуют более обширные (полные) квалификационные требования к должностям преподавателей вузов, доцентов, профессоров в обновлённом ЕКС.

Из проведенного анализа можно сделать вывод об отсутствии единого стандарта научно-педагогической деятельности, который мог бы полностью охватывать все необходимые качественные и количественные квалификационные требования к должностям НПР и стать основой для разработки эффективных контрактов и программ повышения квалификации НПР.

Список литературы:

1. Об утверждении Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел «Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования» [Текст]: Приказ Минздравсоцразвития РФ от 11.01.2011 N 1н // Зарегистрировано в Минюсте РФ 23.03.2011 N 20237.
2. Положении об оплате труда работников федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Севастопольский государственный университет» // ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sevsu.ru>. (Дата обращения: 12.02.2016).
3. Программа развития федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Севастопольский государственный университет» на 2016-2025 годы // ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sevsu.ru>. (Дата обращения: 12.02.2016).

УДК 005.6:378

ПРОВЕДЕНИЕ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

А.В. Яцык, студент,

С.Е. Кравцова, доц., канд.техн.наук, научный руководитель,
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail:teyk.ktavtsova@yandex.ru

Внедрение и совершенствование системы менеджмента качества (СМК) в Политехническом институте (ПИ)Севастопольского государственного университета гарантирует повышение эффективности работы каждой сферы деятельности, что позволит получать гарантировано высокий результат работы всего института в целом.

Заключительным этапом внедрения СМК является проведение сертификации, уполномоченным органом. Однако, для ПИ важно самостоятельно проверить разработанную СМК, с целью выявления несоответствий (НС), и в случае их обнаружения, выполнить корректирующие действия. Информация, полученная при проведении внутреннего аудита (ВА), даст возможность для улучшения, как отдельных процессов, так и системы в целом, что является главной целью проведения ВА СМК.

Важной задачей при проведении ВА СМК ПИ является выбор группы ВА, обучение данной группы, с целью подготовки к проведению непосредственно сертификационного аудита.

При ВА проверяется соответствие СМК требованиям определенных документов. Причем в период подготовки СМК к проведению сертификации, ВА ведется на соответствие требованиям стандартов ГОСТ Р ИСО серии 9000.

Работы по проведению ВА состоят из нескольких основных шагов.

Шаг 1-Планирование и подготовка. На этом этапе необходимо:

- официально назначить группу аудиторов, состоящую из сотрудников ПИ, специально обученных для проведения таких работ, а также, назначить руководителя группы;

- составить план и программу ВА подразделений. В связи с тем, что данный ВА проводится с целью подготовки к сертификационному аудиту, в план и график необходимо включать все подразделения ПИ, на которые распространяется СМК;

- подготовить вопросники для ВА;

Шаг 2- проведение аудитных бесед. В ходе бесед аудиторы проверяют сотрудников ПИ на предмет их работы в соответствии с процедурами СМК. ВА проводится по программе аудита, разработан-

ной на первом этапе. Если в ходе аудита обнаруживаются НС, то аудиторы должны оформлять протоколы регистрации НС, в которых указываются выявленные НС, далее составить комплекс корректирующих и предупреждающих действий. Так же, немаловажно, проверить правильность оформления документации СМК, наличие ее на рабочих местах, работу по этой документации, и записи по качеству, требуемые системой.

Шаг 3- подготовка отчета об ВА и плана корректирующих действий. После завершения аудита подразделений и оформления всех протоколов регистрации НС главный аудитор должен подготовить отчет об ВА, в котором указывается область аудита, требования по которым проводился аудит и статистика по выявленным НС. Этот отчет должен быть подписан главным аудитором и представлен руководству института.

Также главный аудитор совместно с ответственными за подразделения, в которых были выявлены НС, должен подготовить план корректирующих мероприятий по исправлению выявленных НС, при необходимости разработать комплекс предупреждающих действий. Ответственными за выполнение корректирующих действий, указанных в плане должны являться представители подразделений или процессов, в которых выявлены НС.

Далее, в установленные сроки, ответственные за подразделения должны устранить НС и сообщить главному аудитору результаты проделанной работы, на основании этого главный аудитор совместно с группой аудита осуществляет проверку реальности и эффективности предпринятых действий.

Когда все корректирующие мероприятия завершены, организация может подавать заявку в орган по сертификации на прохождение сертификации по стандарту ГОСТ Р ИСО 9001-2015 [1].

Таким образом, проведение ВА СМК способствует не только обучению персонала участию в сертификационном аудите, а и своевременному выявлению несоответствий в работе института, что обеспечит принятие адекватных управленческих решений, и как следствие- повышение качества образовательных услуг.

Список литературы:

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества требования[Текст]. – М.: Стандартинформ, 2015. – 28 с.

УДК 378.1

СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА: ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ, ВНЕДРЕНИИ И СЕРТИФИКАЦИИ

Н.В. Левицкая, студент,

А.В. Яцык, студент,

М.Н. Белая, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: belaya_079@mail.ru

Расширение образовательной сферы в Российской Федерации порождает потребность высших учебных заведений в укреплении своих конкурентных позиций, в первую очередь, за счет повышения качества предоставляемых услуг.

Качество образования – способность образовательного процесса удовлетворять требования, запросы, предъявляемые потребителями образовательных услуг.

Повышение качества образовательных услуг можно связать с внедрением системы менеджмента качества (СМК) – системы, созданной для постоянного отслеживания целей и задач в области качества, а также разрабатывающей способы и методы достижения этих целей. Система менеджмента качества – это постоянное совершенствование и стремление к развитию.

Для результативного создания и последующего внедрения СМК необходимо:

- определить процессы, необходимые для СМК и их применение на всех структурных подразделениях института;
- определить последовательность и взаимодействие этих процессов;
- определить критерии и методы, необходимые для обеспечения результативности, как при осуществлении, так и при управлении этими процессами;
- обеспечить наличие ресурсов и информации, необходимых для поддержки этих процессов и их мониторинг;
- осуществлять мониторинг, оценивание, измерение и анализ этих процессов;
- принимать меры, необходимые для достижения запланированных результатов и постоянного улучшения этих процессов.

Для внедрения СМК в Политехническом институте Севастопольского государственного университета (далее ПИ), необходимо пройти определенные этапы.

Первый этап – подготовительный. На этом этапе необходимо провести анализ деятельности ПИ, выявить сильные и слабые стороны в работе института. Также на этом этапе создается рабочая группа по разработке СМК, проводится обучение высшего руководства и отдельных групп персонала в области качества.

Второй этап является основным в формировании системы менеджмента качества. На этом этапе необходимо разработать комплект документации, регламентирующий деятельность ПИ в области СМК. В состав разрабатываемой документации СМК в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования» входят [1]:

- а) Политика и цели в области качества;
- б) Руководство по качеству – документ, описывающий ключевые процессы деятельности ПИ;
- в) документированные процедуры, определяющие порядок реализации рабочих процессов:
 - 1) Управление документацией;
 - 2) Управление записями;
 - 3) Внутренний аудит;
 - 4) Управление несоответствиями;
 - 5) Корректирующие действия;
 - 6) Предупреждающие действия;
- г) рабочие и должностные инструкции.

Сформированный комплект документов внедряется в практику работы ПИ, после чего происходит планирование, организация и проведение внутреннего аудита. Внутренний аудит качества в ПИ осуществляется на основе разработанной документированной процедуры. Согласно результатам аудита проводятся корректирующие мероприятия, и подготавливается план дальнейшей работы в области СМК.

Третий этап – сертификация СМК: проводится внешний аудит системы менеджмента качества Политехнического института.

СМК в Политехническом институте охватывает всю его деятельность, не только учебную. Она

рассматривает всю технологическую цепочку деятельности по процессам. Процессный подход, четко регламентирует научно-исследовательские и аналитические работы, планирование и контроль качества образовательных услуг, внутренние аудиты, воспитательную работу, анализ рынка и оценку удовлетворенности потребителей, и управление жалобами. СМК регулирует также такие направления деятельности ПИ, как управление кадрами, инфраструктурой, которая включает не только учебные корпуса, но и объекты социально-

бытового назначения, управление профессиональной образовательной средой. Важнейшим элементом СМК образовательного учреждения является отчетность по установленным параметрам качества и результативности.

Внедрение и развитие СМК в Политехническом институте обеспечит качество на всех уровнях организации образовательного процесса и конкурентоспособность института. Предполагаемые этапы разработки, внедрения и сертификации СМК представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Предполагаемые этапы разработки, внедрения и сертификации СМК Политехнического института Севастопольского государственного университета

Предполагаемое название этапов разработки, внедрения и сертификации	Краткое описание этапов разработки, внедрения и сертификации
Проведение внутреннего аудита	Цель: анализ состояния дел по менеджменту качества. Разработка и согласование структуры управления ПИ и его СМК в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001-2015 и с учетом конкретного жизненного цикла услуги
Разработка политики и целей в области качества	Ориентир в области качества. Охватывает все подразделения ПИ
Определение, идентификация и описание процессов ПИ, и взаимодействие процессов	Описывают деятельность отдельных функциональных подразделений, необходимую для внедрения СМК. Процесс может охватывать один или несколько отделов ПИ
Разработка руководства по качеству ПИ	Описывает СМК в соответствии с установленной политикой в области качества и целями. Охватывает все подразделения ПИ
Разработка документированных процедур для основных процессов ПИ	Разработка обязательных процедур управления СМК в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001.
Разработка стандартов организации, описывающих процессы и процедуры, включенные в СМК (Записи по качеству. Инструкции)	Состоит из подробных рабочих документов. Охватывает отдел, отдельные рабочие места
Внесение изменений в положения о подразделениях. Введение функций по СМК в должностные инструкции сотрудников ПИ	-
Внедрение аналитических и статистических методов контроля	Анализ точности и стабильности процессов и их статистическое регулирование
Подготовка группы внутреннего аудита	Обучение внутренних аудиторов
Проведение внутреннего аудита	Цель: определение функционирования процессов и процедур СМК
Проведение корректировки документации по выявленным несоответствиям	Разработка и выполнение плана корректирующих мероприятий
Принятие решения о сертификации СМК	Подготовка СМК к сертификации и выбор органа по сертификации СМК
Сертификация СМК на соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2015	Заключение договора с выбранным органом по сертификации СМК на проведение работ по оценке соответствия СМК ПИ. Проведение корректировки документации СМК с учетом замечаний органа по сертификации СМК. Согласование плана проведения сертификационного аудита. Заключение договора на инспекционный контроль СМК при положительном решении по сертификации СМК

Список литературы:

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Стандартинформ, 2015. – 32 с.

УДК 681.2:502

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО КОМПЛЕКСА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АКВАТОРИЙ

М.Э. Кожушко, студент,

Е.С. Маркеева, студент,

С.Е. Кравцова, доц., канд.техн.наук, научный руководитель,

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail:teyk.ktavtsova@yandex.ru

Экологический мониторинг акваторий является актуальной и востребованной задачей, которая выполняется для определения степени загрязнения воды и выявления потенциальной опасности осуществления деятельности в выбранном районе [1].

Для осуществления экологического мониторинга акваторий предлагается создание беспилотного комплекса на основе судна небольших размеров (схема «катамаран»), которое имеет возможность взятия проб воды дистанционно в любой точке акватории в автоматическом режиме.

На начальной стадии создания комплекса предполагается, что он будет применяться для контроля физико-химических параметров воды, одним из которых является температура.

Особенности конструкции комплекса: незначительная грузоподъемность и ограниченная площадь для установки контрольно-измерительной аппаратуры определяют необходимость создания специализированных средств измерений, в том числе и для контроля температуры воды: автономного цифрового термометра для измерения температуры в различных средах.

Основные этапы разработки:

Этап 1. Сборка виртуальной схемы измерительной системы температуры на основе термосопротивления (рисунок 1) в симуляторе PROTEUS.

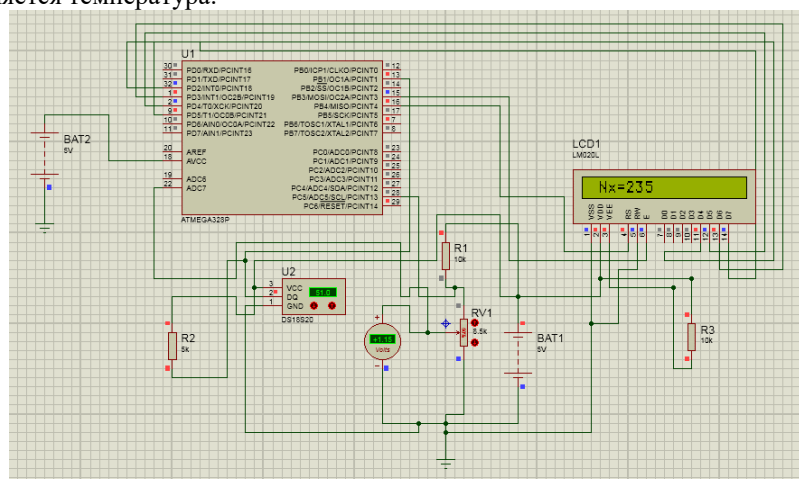


Рисунок 1 - Схема измерительной системы температуры

Этап 2. Создание «прошивки» для работы АЦП на микроконтроллере ATmega328 в программной среде Atmel Studio.

Этап 3. Расчет делителя напряжения для подключения термосопротивления.

Этап 4. Подбор модели функции преобразования.

Этап 5. Сборка измерительной системы. Компоновка печатной платы проведена в программе Sprint Layout.

Список литературы:

1. Вартанов А.З., Рубан А.Д., и др. Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг [Текст] / Учебник для вузов. – М.: Издательство «Горная книга», 2009. – 640 с.

Достоинствами разработанного цифрового термометра являются:

- конструкция небольших размеров;
- расположение чувствительного элемента на проводе: при условии помещения в герметичном корпусе, позволяет использовать его для измерения температуры воды;
- высокая чувствительность;
- значительный диапазон измерения от -10 °C до + 100 °C;
- низкое энергопотребление.

РАЗДЕЛ 6. ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

УДК 621.92

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КАЧЕСТВА ПРИ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ

Б.В. Богущий, магистрант,

С.М. Братан, проф., док. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: bogutskibv@yandex.ru

Основными параметрами качества обработанной поверхности является ее шероховатость и глубина дефектного слоя; по ГОСТ 2789-73 регламентируются шесть следующих параметров шероховатости: R_a , R_z , R_{max} , S_m , S_b , t_p . Обычно определение этих параметров сводится к табулированию профилограмм и дальнейшим вычислениям по таблицам.

Наиболее часто используются высотные параметры шероховатости R_a , R_z , R_{max} . Это связано с тем, что они наиболее просто определяются на практике по профилограммам, либо с помощью измерительных приборов.

Величину слоя, в котором распределена шероховатость поверхности возможно вычислить на основании смещения уровня равной вероятности удаления металла до и после контакта участка поверхности заготовки с кругом. При прохождении поверхности зоны контакта детали с кругом уровни будут смещаться к центру детали. При этом величина съема детали численно равна смещению уровня с вероятностью удаления $P(\bar{M}) = \beta_M$ и вычисляется по формуле (1):

$$P(M) = 1 - \exp\left(-\frac{\Theta_M}{S_y} [S_y(t - t_0)]\right)^3 = 1 - P(\bar{M}) \quad (1)$$

При непрерывном контактировании зерен с материалом заготовки, при частных значениях $\beta_M=0,9973$ и $t_f = u$ (1) может быть переписана:

$$\ln 0,027 = -\frac{\Theta_M t_f^3}{S_y} \quad (2)$$

На основании равенства (2) получено уравнение:

$$H = \left[-\frac{\ln 0,027 S_y}{\Theta_M} \right]^{\frac{1}{3}}.$$

Величина слоя, в котором распределена шероховатость поверхности при врезном шлифовании, численно равна фактической глубине врезания и прямо пропорциональна подаче инструмента.

Для установившегося процесса шлифования при частном значении коэффициента k величина слоя, в котором распределена шероховатость, вычислена по зависимости:

$$H = \left[\frac{47,31 S_y H_u^{1.5}}{\pi K_C n_g V_k \sqrt{2 \rho_g}} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (3)$$

Величина температурных деформаций может быть учтена коэффициентом.

Зависимость (3) позволяет получить выражение для расчета съема материала

$$Q = t_f - H = t_f - \left[\frac{47,31 S_y H_u^{1.5}}{\pi K_C n_g V_k \sqrt{2 \rho_g}} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (4)$$

Полагая, что профиль шлифованной поверхности может быть стационарным случайным процессом с нормальным распределением ординат, получим выражение для оценки значений высотных параметров шероховатости.

Среднее арифметическое отклонение профиля R_a может быть вычислено по площади выступов F_1 и площади впадин F_2 , измеренных от средней линии профиля. Так как:

$$dF_1 = t_p l dy_m \text{ и } dF_2 = (1 - t_p) dy_m \quad (5)$$

$$R_a = \int_0^\infty t_p dy_m + \int_0^0 (1 - t_p) dy_m \quad (6)$$

где l – длина базового участка, мм; y_m – расстояние от точек профиля до его средней линии.

Вычисление R_a по данной зависимости возможно при использовании численных методов интегрирования. Вычисление по данной зависимости возможно при использовании численных методов интегрирования.

Для такого процесса математическое ожидание среднего арифметического отклонения профиля пропорционально среднему квадратическому отклонению σ_{ym} случайных ординат y_m точек профиля [1].

$$M(R_a) = \sqrt{\frac{2}{\pi} K(0)} = \sqrt{\frac{2}{\pi} \sigma_{ym}} \quad (7)$$

где $K(0)$ – значение корреляционной функции при интервале $x_2 - x_1 = 0$ равно дисперсии случайной величины y_m . Для нормального процесса при $Y_m = 0$, $P(M) = 0.5$:

$$f(y_m) = \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} \quad (8)$$

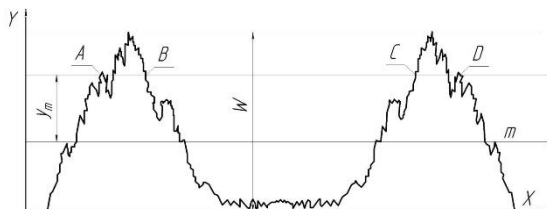


Рисунок 1 – Профилограмма к вычислению функции распределения ординат профиля обработанной поверхности

Для определения среднеквадратического отклонения вычислим функцию и плотность вероятностей расстояний от средней линии до точек профиля шлифованной поверхности.

Среднее арифметическое отклонение профиля, учитывая уравнение (8), определяется, как:

$$R_a = \frac{2S_y}{\pi \Theta_M 3W_m^2} \quad (9)$$

Таким образом, при определении R_a необходимо предварительно найти величину W_m . В общем случае она определяется как решение уравнения:

$$\Theta_M \sum_{i=0}^n \left(W_m - \sum_{i=1}^i \Delta Q_i \right)^{2.5} = \ln 2 \quad (10)$$

Решение уравнения (10) возможно только на основе применения численных методов. Это значительно осложняет вычисление параметров шероховатости поверхности.

Заметим, что формула (10) имеет простой аналитический вид и только вычисление требует применения численных методов.

В работе [2] рекомендовано выражение при ориентировочных расчетах среднего арифметического отклонения профиля:

$$W_m = \frac{H}{2} \quad (11)$$

Список литературы:

1. Хусу, А.П. Шероховатость поверхностей. Теоретико-вероятностный подход / А.П. Хусу, Ю.Р. Витенберг, В.А. Пальмов. – М.: Наука, 1975. – 344 с.
2. Новоселов, Ю.К. Динамика формообразования поверхностей при абразивной обработке / Ю.К. Новоселов. – Севастополь: Из-во СевНТУ, 2012. – 304с.

Тогда выражение для расчета R_a примет вид

$$R_a = \frac{2S_y}{3\pi \Theta_M \left(\frac{H}{2} \right)^2} \quad (12)$$

После подстановки (11) в (12) получим:

$$R_a = \frac{S_y^{\frac{1}{3}}}{6\pi \Theta_M Z^2}, \quad (13)$$

где

$$Z = \left[\frac{28,895 H_u^{1.5}}{\pi K_C n_g V_k \sqrt{2\rho_g}} \right]^{\frac{1}{3}}$$

В качестве примера (см. рисунки 2, 3) представлены графики зависимости шероховатости обрабатываемой поверхности от зернистости абразивного материала и окружной скорости шлифовальной головки.

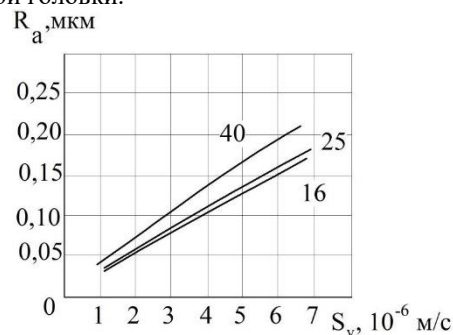


Рисунок 2 – Зависимость шероховатости обрабатываемой поверхности от зернистости абразивного материала

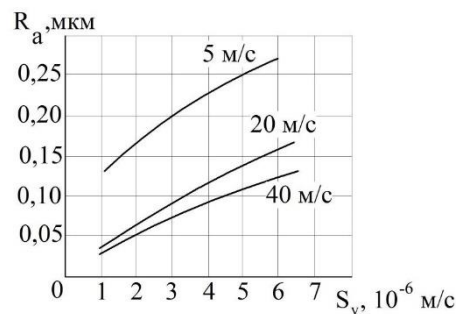


Рисунок 3 – Зависимость шероховатости обрабатываемой поверхности от окружной скорости шлифовальной головки

Полученное уравнение (13) отражает физическую природу процесса образования поверхностей и соответствует основным принципам теории размерностей.

УДК621.9.06

ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТА МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН

И.И. Боровец, студент,

В.Б. Богущкий, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: spider.a@mail.ru

Утверждение некоторых отечественных специалистов, что за рубежом система ТО и ремонта отсутствует, не соответствует действительности.

В передовых промышленно развитых странах система организации ремонтно-профилактических работ называется несколько иначе, а именно:

система обслуживания – в Европе, США, Канаде и др.; система сохранения – в Японии, Южной Корее и других азиатских странах.

Как правило, на предприятиях нет специальных подразделений по ремонту (ремонтно-строительного управления, отделов главного механика, главного энергетика и др.). Такие службы возглавляет на основе принципа единначалия технический руководитель фирмы по оборудованию, а работами руководят непосредственно мастера (механики).

Порядок выполнения работ по ТО, текущему и капитальному ремонтам разрабатывается заводами – изготовителями оборудования. Этот порядок определяется в инструкциях по эксплуатации соответствующих машин и неукоснительно выполняется на производственных предприятиях.

Еще одна существенная особенность ремонтного производства заключается в том, что ремонт с полной разборкой оборудования практически не применяется. Как текущий, так и капитальный ремонты выполняются путем замены пришедших в негодность агрегатов, узлов и деталей на годные заводского изготовления. Ремонтно-механические цеха по изготовлению и восстановлению деталей отсутствуют.

В США существует система планово-предупредительного обслуживания основных фондов, которая предусматривает содержание основных фондов в работоспособном состоянии путем замены любого сменного элемента, если есть опасность выхода оборудования из строя.

Для обеспечения возможности восстановления оборудования путем замены отдельных агрегатов, узлов и деталей предприятия-изготовители резервируют до 25 % своих производственных мощностей для выпуска такой продукции.

В США изготовление запасных частей поощряется тем, что их разрешается продавать на

20–25 % дороже, чем в виде собранного оборудования.

В США доля выполнения ремонтных работ так называемым «фирменным ремонтом» (силами специализированных ремонтных фирм) не превышает 10 % всего объема ремонтов в стране. Преимущественно это наладка, испытания, модернизация, сложные регулировочные работы, реже – замена сложных агрегатов.

Восстановлением и модернизацией устаревшего оборудования занимаются многие крупные фирмы – производители этого оборудования, такие как Cincinnati Machine, Giddings & Lewis, Gleason Works и другие.

По нарастанию степени сложности в соответствии с классификацией фирмы Cincinnati Machine существует 3 типа ремонта и модернизации станков:

1. Ремонт, главным образом механический или замена любых компонентов станка до его первоначального состояния с добавлением при этом любых, расширяющих технические возможности качеств, которые захочет получить заказчик, например, более высоких скоростей вращения шпинделя или перемещений рабочих органов

2. Полный капитальный ремонт, включающий ремонт или комплексную замену электрооборудования (приводов, электродвигателей и блоков управления) всего станка на такое, которое соответствует современным требованиям промышленности

3. При комбинации указанных выше типов ремонта и модернизации станков полностью разбирают, заменяя при этом все его механические и электрические компоненты и получая в результате как минимум прежние характеристики станка, а нередко и значительно более высокие. При этом аналоговые приводы заменяют цифровыми, ручное управление – ЧПУ, гидравлические приводы – шариковинтовыми передачами, что позволяет в среднем удвоить скорости подачи и в 3-4 раза увеличить частоту вращения шпинделя.

У фирмы Giddings & Lewis подход несколько отличается. При монтаже у заказчика станок получает гарантию фирмы, после окончания срока которой пользователь при необходи-

мости покупает на фирме вышедшие из строя детали и получает требуемое ему платное техническое обслуживание. Примерно на половине установленного срока службы станка силами фирмы Giddings & Lewis проводится капитальный ремонт, совместно с модернизацией с последующим получением новой гарантии.

На фирме Gleason принято 4 категории ремонта с модернизацией и высшей категорией является полный капитальный ремонт станка с максимально возможным повышением его технического уровня. Станку, например для обработки конических колес, полностью возвращают его первоначальные технические характеристики, допуски, заложенные в оригинальных чертежах, а также модернизируют его систему управления, переходя, например, с релейной логики на использование программируемых контроллеров и ЧПУ типа CNC.

Специалисты Японии и Южной Кореи считают, что для значительного увеличения прибыли от эксплуатации оборудования необходимо, чтобы ремонтно-восстановительное производство носило ритмичный (плановый) характер, как и в основном производстве. В японской системе обеспечения сохранности оборудования заложен следующий принцип: все работы по замене агрегатов, узлов и деталей самой сложной машины по возможности следует производить на месте ее установки силами собственного специально подготовленного персонала.

Японскими специалистами была создана производственная система, которая получила название TPS (Toyota Production System), включающая в себя набор методов, направленных на то, чтобы каждый станок постоянно находился в работоспособном состоянии, а производство никогда не прерывалось.

Цель TPS – создать мероприятие, постоянно стремящееся к повышению эффективности

производственной системы. Для достижения этой цели используется механизм, который охватывает все рабочие места, и предполагает предотвращение всех видов потерь («нуль несчастных случаев», «нуль поломок», «нуль брака») на протяжении всего жизненного цикла производственной системы. В данной системе задействованы все подразделения: конструкторские, коммерческие, управленческие, но, прежде всего, производственные. Помимо этого, в достижении цели участвует весь персонал – от высшего руководителя до работника «первой линии».

Система TPS относится к системам обслуживания оборудования по его реальному состоянию. Существенное ее отличие от системы ППР состоит в том, что в последней, для определения объекта, сроков и объемов работ по обслуживанию является наработка оборудования, в TPS же определение сроков и объемов работ происходит по фактическому состоянию оборудования (за исключением работ по техническому обслуживанию). После того, как система TPS получила известность за пределами Японии, ее внедрением занялись ведущие мировые корпорации различных сфер деятельности. Среди них такие крупнейшие автопроизводители, как GM, Ford, BMW, Renault, а также корпорации Eastman Kodak, Pirelli и DuPont.

Во всех зарубежных странах большое внимание уделяется нормированию затрат труда, времени остановки на восстановление работоспособности машин и времени плановой замены сменных элементов.

Снижение издержек на восстановление неисправных основных фондов – это необходимое условие эффективной работы на конкурентном рынке.

Список литературы:

1. Потапов В.А. Опыт американских и германских фирм по ремонту, восстановлению и модернизации станочного оборудования. РЖ. ВИНТИ, М. 2008 [Электр. ресурс], - http://stanki-katalog.ru/st_4.htm. – Дата обращения: 9.12.2016 г.
2. Будькова И. Л. Зарубежный опыт организации ремонта на предприятиях на примере Японии/ И.Л. Будькова, А. В. Саранчук // Экономические науки, №24, 2014. С.1-4.
3. Machine Tool Reliability/ Bhupesh K. Lad, Divya Shrivastava, Makarand S. Kulkarni. Scrivener Publishing LLC. 2016. – 315 стр.

УДК 621.454

ПОЛУЧЕНИЕ ТРЕБУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ АБРАЗИВНЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ

Р.Н. Дзюбаба, студент,

Ю.А. Новосёлов, проф., д-р техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ « Севастопольский государственный университет » ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: romanenkorn94@mail.ru

В статье, на основе использования современного математического аппарата теории вероятностей, выполнен анализ влияния технологических факторов на параметры шероховатости поверхности при обработке заготовок абразивными инструментами. Показано, что при обработке абразивными инструментами формирование микрорельефа поверхности непосредственно связано с закономерностями удаления материала в зоне контакта заготовки с инструментом. Выполнена оценка влияния технологических факторов на шероховатость поверхности обрабатываемой заготовки позволяющая выбрать наиболее значимые, изменения которых необходимо учесть при проектировании шлифовальных операций.

При проектировании операции обработки деталей абразивными инструментами на автоматизированном оборудовании необходимо иметь информацию о влиянии технологических факторов на параметры шероховатости обрабатываемых поверхностей. Для эффективного управления процессом обработки на стадии подготовки управляющих программ нужна априорная информация. Она позволяет обеспечить высокую производительность и стабильность технологической операции. Особенно это актуально при проектировании операций чистового, тонкого шлифования, которыми часто заканчиваются технологические процессы [2].

Целью статьи является выполнить анализ влияния технологических факторов на параметры шероховатости поверхности при обработке заготовок абразивными инструментами, разработать рекомендации по включению наиболее значимых в современные системы проектирования.

При обработке абразивными инструментами формирование микрорельефа поверхности непосредственно связано с закономерностями удаления материала в зоне контакта заготовки с инструментом. Основными параметрами зоны являются ее размеры и параметры процессов удаления материала. Последние характеризуются вероятностями удаления и не удаления материала. Так для круглого наружного шлифования при выходе из зоны радиус-вектор участка поверхности заготовки уменьшается, рис.1, на величину радиального сьема материала Δr , на поверхность остается слой шероховатости H , причем их сумма равна

глубине микро резания t_f . Все три параметра взаимосвязаны и определяются при известных режимах резания и состоянии рабочей поверхности инструмента.

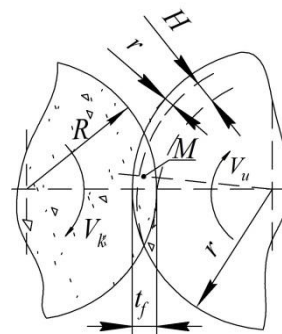


Рисунок 1. Схема процесса круглого наружного шлифования

Глубина микрорезания для рассматриваемого процесса вычисляется на основе решения уравнения баланса перемещения в технологической системе, которое имеет вид [3]

$$\Delta A_{S_j} = \Delta t_{f_j} + \Delta R_j + \Delta r_{j-1} + \sum_{k=1}^n \Delta y_{yjk} + \sum_{k=1}^m \Delta y_{qjk}, \quad (1)$$

где ΔA_{sj} , Δu_{yjk} , Δu_{qjk} , – соответственно, изменения межцентрального расстояния вследствие наличия подачи, упругих и температурных деформаций за время от совмещения радиус-вектора рассматриваемого участка поверхности заготовки с плоскостью, проходящей через центра вращения круга и заготовки (основная плоскость) при j -1-м и j -м контактах; ΔR_j – радиальный износ инструмента в ранее принятые интервалы времени; Δt_{j-1} –

радиальный сьем материала; $\sum_{k=1}^n \Delta y_{yjk}$ и

$\sum_{k=1}^m \Delta y_{qjk}$ – суммы приращений упругих и температурных деформаций элементов технологической системы; Δt_{fj} – изменение глубины микрорезания при j – м контакте. Знак плюс присваивается, если приращение уменьшает глубину резания и знак минус – если увеличивает.

Анализ уравнения (1) показывает, что для прогнозирования пространственного положения элементов технологической системы необходимо иметь сведения о параметрах качества заготовки, исходного профиля инструмента и аналитические

модели, определяющие связь с технологическими факторами глубины микрорезания, радиального съема материала, износа круга, сил резания, упругих и температурных деформаций [3].

Для установившегося процесса приращения упругих, температурных деформаций и глубины резания равны нулю и уравнение (1) значительно упрощается

$$\Delta A_{sj} = \Delta R_j + \Delta r_{j-1}. \quad (2)$$

При решении уравнения (2) можно воспользоваться экспериментальными данными по коэффициенту шлифования K_s , определяемого отношением объема удаленного материала к объему израсходованного инструмента [1]. При шлифовании стальных деталей кругами на керамической связке K_s равен 15...20, а соотношение $\Delta R/\Delta r$ при диаметре круга 300 мм и заготовки - 50 мм соответственно равно $\Delta R/\Delta r = r/RK_s = 0.008...0.011$. Конкретные значения коэффициента K_s для типовых операций можно найти в справочной литературе [1].

При известном значении Δr глубина резания t_f вычисляется [3]

$$t_f = 0,739\Delta r + \sqrt{0,546(\Delta r)^2 + \frac{13,66V_u\Delta r}{K_s(V_k \pm V_u)n_g\sqrt{D_e\rho_g}}}; \quad (3)$$

где V_k, V_u – скорость круга и заготовки соответственно; ρ_g – радиус закругления при вершине зерна; K_s – коэффициент стружкообразования; n_g – число абразивных зерен на единице рабочей поверхности круга; D_e – эквивалентный диаметр, $D_e = Dd/(D+d)$; где D, d – соответственно диаметр круга и заготовки.

При известной глубине микрорезания определяется величина слоя шероховатости поверхности

$$H = t_f - \Delta r. \quad (4)$$

При известных значениях Δr и t_f среднее арифметическое отклонение микро профиля R_a , наибольшая высота неровностей профиля R_{max} и высота неровностей профиля по десяти точкам R_z вычисляются:

$$R_a = \frac{\sqrt{2}V_u H_u^{3/2}}{\pi^2 K_s (V_k \pm V_u) n_g \sqrt{D_e \rho_g} \sum_{i=0}^n (W_m - i\Delta r)^{3/2}}; \quad \text{при } \Delta r < W_m \quad (5)$$

$$R_a = \frac{0,25V_u^{0,4} t_f^{0,6}}{K_s^{0,4} (V_k \pm V_u)^{0,4} n_g^{0,4} D_e^{0,2} \rho_g^{0,2}}; \quad \text{при } \Delta r \geq W_m. \quad (6)$$

$$M[R_{max}] = H - 2\sqrt{\frac{2V_u t_f^{3/2}}{3n_g (V_k \pm V_u) L \sqrt{D_e}}}; \quad (7)$$

$$M[R_z] = H - 2,95\sqrt{\frac{V_u t_f^{3/2}}{n_g (V_k \pm V_u) L \sqrt{D_e}}}. \quad (8)$$

где W_m – расстояние до средней линии профиля после контакта от нижней границы слоя шероховатости; H_u – глубина рабочего слоя инструмента, в пределах которой рассчитывается число абразивных зерен.

Особенностью рассмотренных уравнений является то, что при расчетах учитываются не только параметры режимов резания, но и параметры состояния рабочей поверхности инструмента. Приведенные зависимости позволяют также оценить влияние многопроходности процесса на параметры шероховатости.

В результате проведенных исследований можно сформулировать следующие выводы:

- полученные зависимости учитывают параметры состояния рабочей поверхности инструмента;
- выполненная оценка влияния технологических факторов на шероховатость поверхности обрабатываемой заготовки позволяет выбрать наиболее значимые изменения которые необходимо учесть при проектировании шлифовальных операций.

Список литературы:

1. Абразивная и алмазная обработка материалов: Справочник [Текст]/ Под ред. А.Н. Резникова. – М.: Машиностроение, 1977. – 391 с.
2. Новоселов Ю.К. Вычисление некоторых параметров шероховатости шлифованных поверхностей [Текст]/ Ю.К. Новоселов, А.М. Красный // Технология и автоматизация машиностроения. 1977. – Вып. 20. – Киев. – С. 54–59.
3. Новоселов Ю.К. Динамика формообразования поверхностей при абразивной обработке [Текст]/ Ю.К. Новоселов – Изд-во: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. – 317 с.

УДК 621.002.54

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СИЛОВОГО РАСЧЕТА УНИВЕРСАЛЬНО – СБОРНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

М.В. Пянковская, магистрант

В.Б. Богуцкий, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e – mail: manynya425@mail.ru

Для выполнения силового расчета УСП необходимо разработать алгоритм, который представлен на рис. 1.

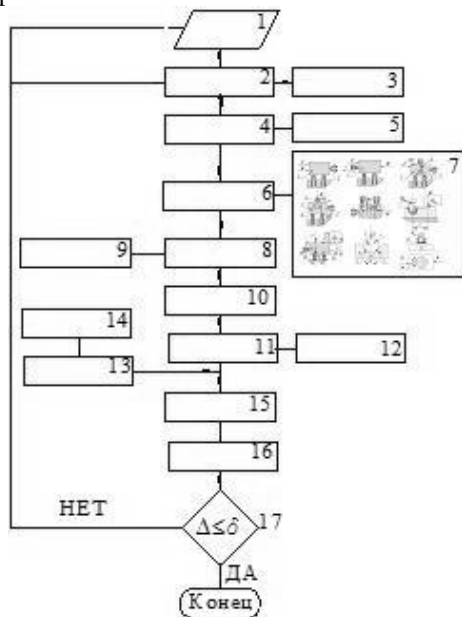


Рис.1 – Алгоритм силового расчета УСП.

Работу по предлагаемому алгоритму, рассмотрим на примере расчета компоновки УСП для фрезерования шпоночного паза на детали вал (рис. 2 а)

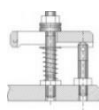
– Ввод исходных данных (блок 1): рабочий чертеж обрабатываемой заготовки; 3D-модель детали или сборки, которая выполнена в программе Autodesk Inventor; описание операции; режимы резания (скорость, подача, сила резания); программа выпуска деталей: количество готовых изделий в год; вид зажимных устройств; паспортные данные станка, на котором производится операция (размеры присоединительных мест, размеры и расположение Т-образных пазов и др.).

– Выбор схемы базирования (блок 2) из библиотеки схем базирования (блок 3).

– Выбор зажимного устройства (блок 4) (рис.2 б) из библиотеки зажимных устройств (блок 5).



а)



б)

Рис. 2. а) - компоновка УСП для фрезерования шпоночного паза, б) - пример зажимного устройства.

– Выбор схемы действующих сил и моментов (блок 6), которые представлены в (блок 7). При механической обработке резанием на заготовку действуют силы резания, объемные силы, а также силы второстепенного и случайного характера (рис.3). Эти силы могут привести к смещению заготовки в технологической оснастке в процессе обработки. Сила закрепления должна обеспечить неизменное положение заготовки относительно установочных элементов технологической оснастки, предотвратить её сдвиг или поворот под действием сил резания, то есть обеспечить надежное закрепление в течение всего времени обработки.

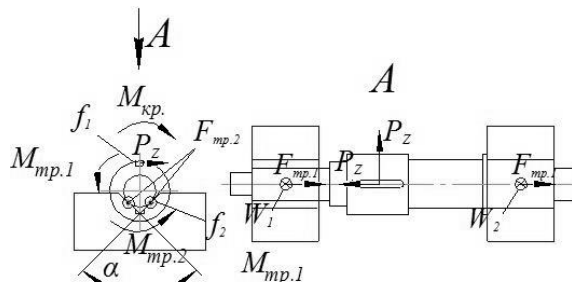


Рис. 3 – Схема действующих сил и моментов.

Расчетную схему следует составлять для наиболее неблагоприятного положения режущего инструмента на обрабатываемой поверхности, когда силы и моменты, стремящиеся изменить положение заготовки в технологической оснастке, максимальны.

$$\sum x = 0, \sum Mx = 0, \sum y = 0, \sum My = 0, \\ \sum z = 0, \sum Mz = 0.$$

– Выбор уравнения равновесия (блок 8) из библиотеки уравнений равновесия (блок 9), которые нужны для расчета действующих сил. По расчетной схеме определяют направление возможного перемещения или поворота заготовки под действием сил и моментов резания и определяют величину проекций всех сил на направление перемещения. Выбирают уравнения равновесия для сил и моментов.

Силы и моменты резания являются основным видом воздействия на заготовку в процессе её обработки [1].

Согласно схеме (рис.3), выбраны уравнения равновесия:

$$K \cdot M_{кр.} - M_{mp.1} - M_{mp.2} = 0.$$

$$K \cdot P_z - F_{mp.1} - F_{mp.2} = 0.$$

где K – коэффициент запаса; $M_{кр.}$ – крутящий момент (Н·м); $M_{mp.1}$ – момент трения от действия силы $F_{mp.1}$ (Н·м); $M_{mp.2}$ – момент трения от действия силы $F_{mp.2}$ (Н·м); P_z – сила резания (Н).

– Расчет действующих сил и моментов (блок 10):

$$M_{кр.} = P_z \cdot R;$$

$$M_{mp.1} = F_{mp.1} \cdot r = W_1 \cdot f_1 \cdot r;$$

$$M_{mp.2} = F_{mp.2} \cdot r = W_1 \cdot f_{np.} \cdot r;$$

$$K \cdot P_z \cdot R - W_1 \cdot f_1 \cdot r - W_1 \cdot f_{np.} \cdot r = 0 \Rightarrow$$

$$W_1 = \frac{K \cdot P_z \cdot R}{r \cdot \left(f_1 + \frac{f_2}{\sin \alpha} \right)},$$

$$W_1 = \frac{2,03 \cdot 915 \cdot 40}{20 \cdot (0,12 + 0,3)} = 8845H;$$

$$K \cdot P_z - W_2 \cdot f_1 - W_2 \cdot f_{np.} = 0 \Rightarrow$$

$$W_1 = \frac{K \cdot P_z}{f_1 + \frac{f_2}{\sin \alpha}},$$

$$W_1 = \frac{2,03 \cdot 915}{(0,12 + 0,3)} = 4401H;$$

где R – радиус поверхности обработки детали вала (мм); r – радиус поверхности закрепления на детали вала (мм); f – коэффициент трения (0,12); $f_{np.}$ – приведенный коэффициент трения; $F_{mp.1}$ – сила трения между поверхностью детали и прихватом; $F_{mp.2}$ – сила трения между поверхностью детали и призмой; W_1, W_2 – усилие зажима.

– Расчет силы закрепления (блок 11), для которого в свою очередь должен быть выполнен расчет коэффициента запаса (блок 12). Необходимую величину силы закрепления определяют путем решения задачи статики, рассматривая равновесие заготовки под действием приложенных к ней сил и

моментов. Для этого необходимо составить расчетную схему (рис.4).

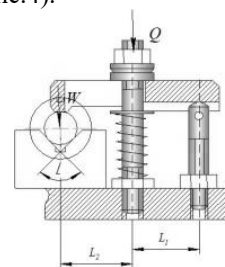


Рис. 4 – Схема закрепления заготовки с использованием винтового привода.

$$W_1(L_1 + L_2) - Q \cdot L_1 \cdot \eta;$$

$$Q = \frac{W_1(L_1 + L_2)}{L_1 \cdot \eta},$$

$$Q = \frac{8845(32 + 62)}{32 \cdot 0,95} = 27349H,$$

где η – к.п.д.; Q – сила закрепления (Н).

– Выбор силового привода (блок 13) из библиотеки силовых приводов (блок 14).

– Расчет деформации детали (блок 15), который выполняется в программе Autodesk Inventor, с помощью статического расчета (рис.5) [2]. Далее выбираем способ крепления. Прилагаем зажимное усилие к зажимным элементам. Программа позволяет автоматически создавать сетку с оболочечными элементами для поверхностей. Для выполнения дальнейших расчетов выбираем тип сетки. Выполняется расчет деформации детали.

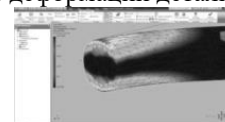


Рис.5 – Расчет деформации вала в программе Autodesk Inventor.

– Расчет погрешности заданной поверхности детали (блок 16).

– Проверка условия (блок 17), если оно не выполняется, то происходит возврат в (блок 1) или (блок 2).

Список литературы:

1. Андреев Г.Н. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства / Г.Н.Андреев и др.: Под ред. Ю.М. Соломенцева – М.: Высшая школа, 2011 – 415с.
2. Пянковская М.В. Применение программы Solidworks Simulation при проектировании приспособлений для закрепления тонкостенных деталей / М.В. Пянковская, В.Б. Богуцкий // Молодежный научный форум: технические и математические науки: электр. сб. ст. по материалам XXXVII Студ. междунар. заочной науч.-практ. конф. — М.: «МЦНО». — 2016 — № 8(37). — С.36-40 / [электронный ресурс] — режим доступа. — url: [https://nauchforum.ru/archive/mnf_tech/8\(37\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/mnf_tech/8(37).pdf)

УДК 621.9.025

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИБРАЦИЙ ПРИ ТЕРМОФРИКЦИОННОЙ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ

М.В. Веретенников, студент,

Е.А. Левченко, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: ealev1978@mail.ru

Применение комбинированных методов обработки поверхностей деталей с вибрационным, тепловым, химическим и электрическим воздействием определяет новые виды обработки, отличающиеся наибольшей эффективностью. Одним из перспективных направлений развития процессов металлообработки является разработка и внедрение качественно новых технологий, в том числе основанных на воздействии нескольких видов энергии или совмещении различных способов ее подвода.

Выполнение операций резания металлов с вибрациями на оптимальных режимах позволяет успешно решать многие актуальные проблемы, стоящие перед машиностроительной промышленностью [1].

Процесс вибрационного термофрикционного резания (ВТФР) металлов высокоскоростным дисковым инструментом основан на тепловом и механическом воздействии инструмента на снимаемый припуск [3].

Среди большого числа важнейших практических проблем, поставленных перед специалистами, выделяются такие, которые связаны с исследованием геометрических и физических особенностей обработанных поверхностей. Необходимо отметить, что взаимосвязь физико-механического состояния обработанной поверхности с технологическими факторами и характеристиками эксплуатационных свойств деталей машин изучена недостаточно.

Как показал анализ, именно вибрационное воздействие контейнера на загруженные в нее рабочие гранулы и заготовки (далее просто элементы загрузки или загрузка) является источником энергии для обработки как необходимого технологического результата. Как известно, качество поверхности деталей машин занимает одно из важнейших мест в сфере современного машиностроения. Обработка металлов резанием существенно изменяет эксплуатационные свойства деталей, прежде всего за счет формирования определенного качества поверхностного слоя, от которого зависит прочность деталей, исполнение ими своего служебного назначения, особенно при знакопеременных нагрузках, прочность прессовых и стабильность подвижных посадок, износостойкость, коэффициент трения, коррозионная прочность, оптические свойства и эрозийная стойкость.

В настоящее время можно считать установленным, что зарождение и развитие различных форм структурной повреждаемости, приводящей к отказам, в основном определяется особенностями поведения поверхностных слоев изделий в процессе эксплуатации. Поэтому наряду с производительностью и точностью обработки, качество поверхностного слоя и связанные с ним эксплуатационные характеристики деталей машин и инструмента являются важнейшими технологическими показателями эффективности функционирования системы механической обработки [2].

Проведенные лабораторные исследования и анализ результатов производственного внедрения показывают, что резание с вибрациями зачастую приводит к повышению обрабатываемости металлов резанием (в том числе нержавеющей и жаропрочных). Процесс вибрационной обработки на оптимальных режимах способствует уменьшению интенсивности износа инструмента из-за снижения действующих сил и улучшению показателей качества обработанной поверхности. Переход на обработку резанием с вибрациями в ряде случаев обеспечивает улучшение показателей виброустойчивости технологической системы и таким образом повышение производительности и точности обработки. Использование вибраций, задаваемых извне механическим вибратором, может приводить к улучшению условий пластического деформирования и трения, и, тем самым, к снижению значений составляющих силы резания. Данные обстоятельства свидетельствуют о наличии взаимосвязи между кинематикой процесса вибрационного резания, напряженным состоянием, пластическими деформациями, трением, силой резания и тепловыми явлениями [1].

Наряду с физико-механическим состоянием важным функциональным показателем качества поверхностного слоя является макро- и микрогеометрия обработанной поверхности, которая от воздействия вибраций может сохраняться практически неизменной или претерпевать изменения в сторону улучшения. Проведенные ранее исследования свидетельствуют о тесной связи геометрических параметров поверхности с эксплуатационными характеристиками изделий, в том числе износостойкостью, контактной выносливостью, усталостной прочностью и др. В зависимости от

конкретных условий обработки вклад шероховатости поверхности в снижении сопротивления усталости жаропрочных сплавов может достигать 50%.

Определенный интерес представляет изучение влияния параметров процесса резания на шероховатость обработанной поверхности и наклеп поверхностного слоя.

С целью получения количественных зависимостей показателей качества поверхностей от режимов обработки были проведены лабораторные исследования по термофрикционной обработке (ТФО) плоских поверхностей заготовок из сталей ХН70Ю и 20Х13 режущими дисками, изготовленными из стали 50. Диаметр диска составлял 500 мм, высота – 60 мм, передний угол $\gamma = 0^\circ$, задний $\alpha = 8^\circ$ [3]. В качестве варьируемых факторов, характеризующих условия обработки, были приняты: окружная скорость вращения режущего диска $V_d = 40 \dots 80$ м/с, скорость подачи заготовки – $V_z = 50 \dots 250$ мм/мин, ширина обрабатываемой плоскости – $B = 50 \dots 70$ мм, глубина резания – $a = 2 \dots 4$ мм, частота поперечных ультразвуковых колебаний заготовки – $f = 16 \dots 20$ кГц, амплитуда – $\xi = 6 \dots 12$ мкм.

Как видно из рис. 1 при ТФО заготовок из сталей ХН70Ю и 20Х13 введение в зону резания колебаний ($\xi = 6$ мкм) в диапазоне малых подач снижает высоту микронеровностей примерно в 1,3-1,5 раза. Проведенные исследования показали, что дальнейшее увеличение амплитуды колебаний ($\xi > 12$ мкм) сопровождается увеличением шероховатости. С увеличением скорости подачи эффективность ультразвука снижается, и при $S = 250$ мм/мин высота микронеровностей при обычной ТФО и ультразвуковой практически одинакова.

При ТФО поверхностей с наложением вибраций изменяется напряженное состояние в зоне резания, а знак остаточных напряжений поверхностного слоя определяется знаком напряженного состояния обрабатываемой поверхности.

Как известно [1] процесс пластической деформации сопровождается интенсивным растяжением материала, формирующего поверхностный слой, что приводит к образованию зоны растягивающих напряжений, определяемых деформациями сдвига и сжатия. Возникновение остаточных сжимающих напряжений повышают сопротивляемость деталей машин усталостному разрушению и значительно увеличивает ресурс работы детали.

Список литературы:

1. Артамонов Е.В. Напряженно-деформированное состояние и прочность режущих элементов инструментов / Е.В. Артамонов, И.А. Ефимович, Н.И. Смолин, М.Х. Утешев. – М.: Недра, 2001. – 199 с.
2. Безязычный В.Ф. Управление процессом обработки для обеспечения качества поверхностного слоя / В.Ф. Безязычный // Инженерия поверхности. Приложение к журналу: Справочник. Инженерный журнал. М.: Машиностроение. – 2002. – №9. – С. 14 – 16.
3. Покинтелица Н.И. Определение величины и закономерности распределения контактных напряжений при термофрикционной обработке / Н.И. Покинтелица // Вестник НТУУ «КПИ». Сер.: Машиностроение: сб. науч. тр. – Киев: НТУУ «КПИ», 2008. – Вып. 53. – С. 53 – 60.

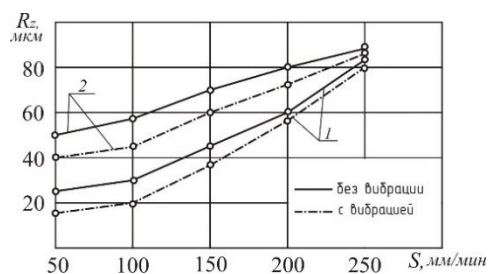


Рис. 1. Влияние ультразвука на шероховатость обработанной поверхности: 1 – сталь ХН70Ю; 2 – сталь 20Х13 ($V_d = 52$ м/с; $B = 60$ мм; $a = 2$ мм; $\xi = 6$ мкм; $f = 18$ кГц)

Так, образование на участках деталей, работающих на растяжение, остаточных сжимающих напряжений резко повышает механические свойства поверхностного слоя, способствует существенному повышению сопротивления усталостному разрушению малопластичных и твердых сталей. Напротив, остаточные напряжения растяжения резко понижают эксплуатационные характеристики деталей.

Известно, что пластическая деформация с полным упрочнением осуществляется при низких температурах. В процессе термофрикционного резания в зоне контакта диска и заготовки развивается высокая температура, и наряду с процессом наклепа происходит разупрочнение, приводящее к частичному, а иногда и к полному снятию образовавшегося наклепа. Интенсивность разупрочнения зависит от продолжительности процесса деформации, а скорость – от температуры. Необходимо отметить, что увеличение скорости вращения диска повышает температуру резания и способствует интенсивности процесса разупрочнения.

Скорость подачи оказывает влияние на величину составляющих силы резания, степень деформирования металла и температуру процесса пластического деформирования. Изменение подачи приводит к развитию процесса наклепа, а изменение температуры обуславливает действие процесса разупрочнения.

Таким образом, изменяя скорости вращения диска и подачи заготовки, а, следовательно, силу резания и температуру в зоне стружкообразования, можно регулировать степень и глубину наклепа поверхностного слоя металла.

УДК 621.9.025

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ СВОБОДНЫМИ АБРАЗИВАМИ В КОЛЕБЛЮЩИХСЯ КОНТЕЙНЕРАХ

В.Д. Косяк, студент,

Л.В. Косяк, студентка

Е.А. Левченко, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: ealev1978@mail.ru

Развитие современного производства ставит задачи повышения производительности труда и качества изделий в различных отраслях промышленности. Процессы обработки деталей машин, как правило, включают в качестве отделочной операции абразивную и упрочняющую обработки, позволяющие обеспечить требуемые точность и качество деталей при высокой производительности, а также высокую надежность и долговечность машин в процессе эксплуатации. Следовательно, объем и роль этих операций в современном машиностроении непрерывно возрастают. Анализ производства деталей машин различных отраслей машиностроения показал, что различным видам отделочной обработки подвергают 85-95% выпускаемых деталей, при этом трудоемкость этих операций составляет 10-20% общей трудоемкости изготовления деталей [1].

Доля отделочно-зачистных операций мелких деталей (массой 0,3...20 г с наибольшим габаритным размером 30 мм) составляет в общем по машиностроению 6-70% трудоемкости их изготовления. При этом для простых по форме деталей обычно применяются методы обработки закрепленным абразивом, а для деталей сложной формы – свободными абразивами. Такие методы позволяют сочетать высокую производительность обработки с достижением требуемого качества обрабатываемой поверхности деталей из различных материалов, при простом по конструкции оборудовании [2].

Одним из методов, получивших развитие во второй половине XX века, а скорее в его конце (активное внедрение в производство), является обработка в свободных абразивах или свободным абразивом. Речь идет о методах, при которых в применении оборудовании полностью или частично отсутствует жесткая кинематическая связь в технологической системе станок – инструмент – приспособление.

При обработке свободными абразивами зерна более полно используют свои режущие способности, так как происходит равномерное распределение их режущих кромок относительно обрабатываемых поверхностей, а также переориентация и перемещение в процессе обработки.

Такие методы позволяют при сравнительно простых кинематических схемах оборудования

осуществлять обработку деталей сложной конфигурации из различных материалов. Значительно снижается и температурный режим процесса, так как скорости резания меньше, чем при обычном шлифовании, а зоны микрорезания смачиваются рабочим раствором. Это позволяет получать высокое качество обработанной поверхности без прижогов, микротрещин и нежелательных структурных изменений [3].

Среди этих методов (а их значительное количество, и они продолжают увеличиваться, в ряде случаев за счет объединений: галтовка, виброабразивная обработка, турбоабразивная, гидроабразивная, магнитно-абразивная, финишная обработка уплотненным потоком свободного абразива и др. Наиболее широкое распространение получила вибрационная обработка (ВиО) (обработка деталей в навал в рабочей среде (РС) – массе единичных гранул и химически-активной жидкости в колеблющемся контейнере). Например, в 1993 году только одно предприятие – Ивановский станкостроительный завод (Луганская обл.) установило вибрационные станки на 68 предприятиях, находящихся на территории постсоветского пространства (причем самих станков было значительно больше, т.к. чаще всего приобретают станки в соотношении: один станок для шлифования и два станка для полирования), а такие станки выпускались не только этим заводом. Это было оборудование для осуществления технологических процессов по снятию заусенцев, округлению острых кромок, очистке, шлифованию, полированию и прочих операций. На ряде предприятий работали целые участки, например, на Симферопольском заводе сантехоборудования был участок из 30 вибрационных станков. Относительная простота ВиО-станков, их технологические возможности ставят эти станки в ряд самых перспективных на отделочно-зачистных работах. При этом вибротехнология, отличаясь по своему содержанию от традиционных методов металлообработки, позволяет создавать новые технологические процессы, решающие задачу повышения производительности труда. Это повышение производительности труда отделочно-зачистных операций при ВиО свободными абразивами в колеблющемся контейнере возможно лишь на основе методики разработки новых и совершенствования существующих технологических процессов ВиО (а, соответственно, и конструкций станков для ВиО), которая

максимально адекватно отражала бы реальные процессы ВиО в колеблющихся контейнерах ВиО-станков. Наличие такой методики необходимо также и для решения актуальной прикладной задачи по расширению технологических возможностей и промышленного использования колебаний.

В настоящее время такой всеобъемлющей методики не существует, а в непосредственной инженерной и исследовательской практике применяются:

- конструкторские разработки, проверяемые на основе опытных данных и сравнительных испытаний;
- эмпирические (феноменологические) и полуэмпирические модели ВиО в целом или отдельных ее составляющих;
- качественные (описательные) модели ВиО.

Это связано с трудностями учета в одной модели всех факторов, определяющих рабочий процесс ВиО (съем материала или изменение свойств поверхности) как совокупность различных процессов: сложное взаимодействие рабочих гранул, имеющих определенную форму и размеры, с поверхностью обрабатываемой детали (заготовки) при сложном взаимном перемещении и гранул и деталей под воздействием колебаний контейнера определенной формы, приводимого в колебание с определенными характеристиками некоторой конструкции специального вибровозбудителя. Для повышения производительности обработки немаловажным является и создание инструмента – единичных абразивных гранул с позиций выявления наиболее рациональной геометрической формы гранулы, которая позволит обеспечивать получение максимального съема металла с поверхностей обрабатываемых деталей и сохранения работоспособности гранулы длительное время.

Вибрационная обработка широко применяется для различных деталей, и в первую очередь сложной формы, однако есть ограничения, связанные в первую очередь с размерами деталей, это мелкие плоские и длинномерные детали. Первые – в связи с тем, что во время обработки с применением воды или растворов химически активных веществ детали налипают на стенки контейнера и собираются в пакеты (это явление нарушает процесс обработки, снижает качество обработки мелкога-

баритных плоскостных деталей), вторые – из-за неравномерной их обработки, связанной со сложностью обеспечения стабильного циркуляционного движения в длинномерных вибрирующих контейнерах. Поэтому необходим поиск новых технологических решений по применению ВиО таких деталей.

Обработка непосредственно представляет собой процесс последовательного воздействия на поверхность заготовки абразивных зерен, вкрапленных в поверхность специальных рабочих гранул (связующее некоторой формы в которое вкраплены в определенном количестве зерна абразива). Это воздействие (как результат взаимодействия рабочей гранулы с заготовкой) является следствием воздействия силовых импульсов со стороны стенок колеблющегося контейнера. При этом происходит динамический контакт абразивных зерен рабочей гранулы с поверхностью заготовки, приводящий к микрорезанию (при проскальзывании) и выкрашиванию материала поверхности (при последовательных ударах). Такое взаимодействие рабочих гранул с поверхностью заготовки достаточно хорошо изучено качественно, что позволяет констатировать существование в настоящее время общепринятого понимания характера механических процессов обработки рабочей гранулой поверхности детали при ВиО.

Согласно ему, для осуществления процесса ВиО необходимо осуществить достаточно частое взаимодействие рабочих гранул с поверхностью обрабатываемой детали. С этой целью детали, подлежащие обработке, в определенном количестве загружают в контейнер, установленный на упругих элементах и заполненный количеством рабочих гранул требуемой характеристики (в ряде случаев, с определенными добавками). Под воздействием рабочего органа контейнеру сообщается колебательное движение (гармоническое, бигармоническое и др.) по определенной траектории (окружности, эллипсов и др.) с некоторой частотой и амплитудой.

Как показал анализ, именно вибрационное воздействие контейнера на загруженные в нее рабочие гранулы и заготовки (далее просто элементы загрузки или загрузка) является источником энергии для обработки как необходимого технологического результата.

Список литературы:

1. Бабичев А.П. Основы вибрационной технологии // А.П. Бабичев, И.А. Бабичев. – Ростов-на-Дону, 2008. – 694 с.
2. Берник П.С. Влияние термоокислительного и вибрационного методов упрочнения на сопротивление твердых сплавов разрушению // П.С. Берник. – Вибрации в техники и технологиях. – 2000. – №2. – С. 41 – 44.
3. Димов Ю.В. Обработка деталей свободным абразивом / Димов Ю.В. – Иркутск: ИрГТУ, 2000. – 292 с.

УДК 621.941.1

УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СИЛ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ

В.А. Мухин, магистрант,

С.И. Рощупкин, доцент, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: levelok_muha@mail.ru

В процессе взаимодействия режущего клина инструмента с обрабатываемым материалом на контактных поверхностях возникают достаточно сложные пространственные распределения сил, которые могут быть заменены их равнодействующими, приложенными в центрах тяжести соответствующих эпюр. Смещение этих сил по линиям их действия и переносы на режущую кромку (возможны из-за малых расстояний) позволяют сделать их геометрическое сложение в единую равнодействующую силу, называемую силой резания.

Проекция силы резания на оси координат P_z , P_x , P_y и являются технологическими составляющими силы резания при токарной обработке.

Для измерения сил резания при точении предлагается использовать динамометр ДК-1, представленный на рис.1

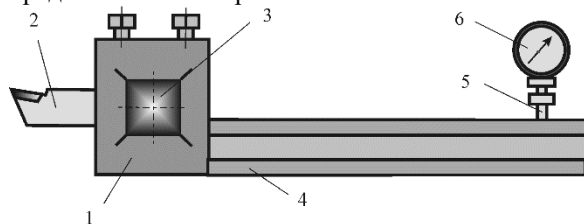


Рисунок 1 – Динамометр ДК-1

Динамометр устанавливается на верхнем суппорте токарного станка вместо резцедержателя. Динамометр выполнен таким образом, что державка 1, в которой закреплен образец 2, оказывается соединенной с корпусом посредством торсионных брусков 3 квадратного сечения. К державке прикреплен рычаг 4, на который опирается толкатель 5 и посредством его ножка индикатора 6. Перемещение ножки индикатора пропорционально деформации торсионных брусков и, следовательно, тангенциальной составляющей усилия резания P_z . Цена деления индикатора (кгс, Н) определяется предварительной тарировкой при помощи валика, вставляемого в державку вместо резца.

Тарировка ДК-1 производится следующим образом. В тарировочный график заносится величина вылета резца l от которого зависит результат тарировки. Вместо резца в державку вставляется круглый валик (рис. 2) с вылетом l . В выточке валика подвешиваются поочередно увеличивающиеся грузы. В результате чего тарируется шкала индикатора.

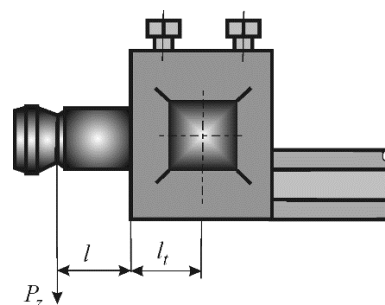


Рисунок 2 – Круглый валик для тарировки

Составляется тарировочный график, показанный на рис.3

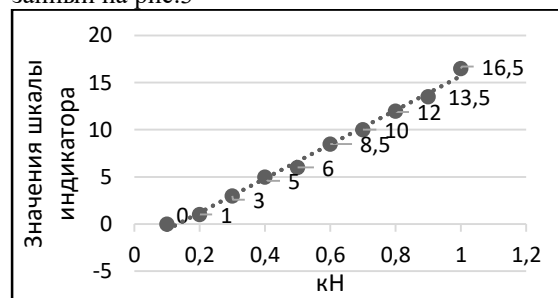


Рисунок 3 – Тарировочный график

Для установления зависимости силы резания P_z от глубины резания t , выраженной в общем виде функцией $P_z = f(t)$, делают серию опытов при $V = \text{const}$ и $S = \text{const}$.

Для опытов выбран ряд глубин резания $t_1 = 5\text{ мм}$, $t_2 = 3\text{ мм}$, $t_3 = 2\text{ мм}$, $t_4 = 1\text{ мм}$

Проводят точение с указанными глубинами резания при постоянных $V = 60\text{ м/мин}$ и подаче $S = 0,54\text{ мм/об}$.

Данные и результаты опытов вносятся в журнал наблюдений и получают следующую таблицу 1:

Таблица 1

№ опыта	Глубина резания, мм	Подача, мм/об	Сила резания, Н
1	5,0	0,54	4800
2	3,0	0,54	3800
3	2,0	0,54	1900
4	1,0	0,54	1400

Аналогично поступаем для установления влияния подачи S на силу резания P_z , выраженную в общем виде функцией $P_z = f(S)$.

Для этого при постоянных V и t производят серию опытов.

Для опытов выбран ряд подач $S_1 = 0,76$ мм/об, $S_2 = 0,54$ мм/об, $S_3 = 0,34$ мм/об, $S_4 = 0,24$ мм/об, $V=60$ м/мин, $t=3$ мм.

Данные и результаты опытов вносятся в таблицу 2.

Таблица 2

№ опыта	Подача, мм/об	Глубина резания, мм	Сила резания, Н
1	0,76	3,0	4400
2	0,54	3,0	3400
3	0,34	3,0	2400
4	0,24	3,0	1700

Список литературы:

1. Теория резания. Практикум: учебное пособие/ С.М. Братан, П.А. Новиков, Д.Е. Сидоров; под общей редакцией Братана С.М. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2010. – 248 с.

УДК 621.92

ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ УСИЛИЙ РЕЗАНИЯ ПРИ ШЛИФОВАНИИ

А.А. Цеван, магистрант,

С.И. Рошупкин, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: alex123127@mail.ru

Модели сил шлифования

Одним из важнейших отличий подходов к моделированию процесса шлифования является способ моделирования усилий резания при шлифовании. В настоящее время существуют три основных метода: статистический подход, энергетический подход и имитационный физический подход. В рамках статистического подхода шлифование рассматривается как процесс лезвийной обработки наподобие фрезерования, при этом каждое абразивное зерно считается отдельной режущей кромкой. Предполагается, что мгновенная толщина срезаемого слоя для всех зерен, находящихся в данный момент времени в контакте с поверхностью детали, одинакова. Полное усилие резания может быть определено по эмпирическому соотношению, предполагая пропорциональную зависимость равнодействующей сил резания от толщины срезаемого слоя, умноженную на количество активных зерен, находящихся в контакте с материалом детали. Расчет количества активных зерен производится на основе предположения о равномерном распределении зерен по поверхности шлифовального круга. Мгновенная толщина срезаемого слоя для каждого из зерен рассчитывается на основе теоретических зависимостей. Геометрические характеристики зерен, их случайное распределение по поверхности шлифовального круга и формирование поверхности детали не принимаются во внимание. Здесь рассматривается взаимодействие инструмента и обрабатываемой детали при шлифовании на микроскопическом уровне, при этом выделяются следующие четыре вида взаимодействия: абразивное зерно/заготовка, стружка/заготовка, стружка/связка, связка/заготовка (см. рис. 1).



Рис. 1

Энергетический подход к определению сил шлифования рассматривает только взаимодействие между абразивными зёрнами и заготовкой,

остальными видами взаимодействия, показанными на рисунке 1, пренебрегается. В рамках данного подхода предполагается, что зёрна при взаимодействии с материалом детали проходят три стадии (рис. 2): скольжение, царапание, срезание материала.

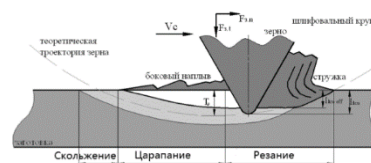


Рис. 2

При этом полная энергия представляет собой сумму энергий для каждого из видов взаимодействия. Поскольку царапание представляет собой локальное пластическое деформирование поверхностного слоя материала детали (без среза) при малых погружениях зерен в тело детали (вход зерна в тело детали), то усилие царапания зависит от длины «режущего фронта» активных зерен и задается в виде удельной силы на единицу длины. Скольжение представляет собой трение нижней (затупившейся) части зерна о поверхность детали в момент первоначального контакта и зависит от суммарной площади поверхностей трения всех активных зерен. Итоговая величина окружного усилия шлифования определяется как суперпозиция усилий всех трех стадий взаимодействия зерен круга с поверхностью детали:

$$F_t = F_{t,chip} + F_{t,plough} + F_{t,sliding}$$

В отличие от статистического подхода в данном случае лучше учитывается реальный механизм взаимодействия зерен с поверхностью детали, поскольку учитываются особенности взаимодействия отдельных зерен шлифовального круга с обрабатываемой поверхностью детали. Однако, энергетический подход не позволяет определять форму обработанной поверхности и проводить детальное моделирование физических процессов в зоне контакта на микроуровне. Имитационный подход предполагает моделирование процесса шлифования на микроуровне, т.е. определение условий взаимодействия каждого отдельного зерна с поверхностью детали.

Геометрическое моделирование процесса шлифования

Существуют различные способы геометрического моделирования взаимодействия абразивных зерен с поверхностью детали. В упрощенном случае принимают, что удаляется (срезается) весь материал детали, попавший в обметаемый объем при прохождении зерна (рис. 3). В этом случае применение метода Z-буфера значительно упрощается.



Рис.3

Таким образом, предполагается, что при взаимодействии зерна с обрабатываемой поверхностью реализуется только процесс резания. Однако, экспериментальные исследования по царапанию поверхности абразивным зерном показывают образование наплыва по краям борозды. То есть, часть материала не удаляется, а пластически деформируется, и ее необходимо учитывать при проходе следующих зерен через данную область поверхности детали. В ходе эксперимента высота наплыва убывает при удалении от зерна по линейному закону. В показано применение квадратичного закона для расчета формы наплыва. При учете податливости связующего в радиальном направлении авторы предлагают для каждого зерна ввести условную радиальную жесткость закрепления, как показано на рис. 3. В этом случае при моделировании требуется на каждом шаге по времени проводить итерационный поиск равновесного положения. Также на рис. 4 показаны три этапа взаимодействия зерна с обрабатываемой поверхностью, и соответствующие им схемы образования наплыва и срезания материала.

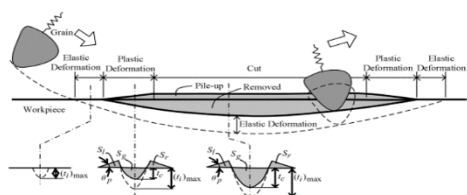


Рис.4

В литературе рассматривается различная форма абразивных зерен. Расчет производится в предположении, что все абразивные зерна имеют сферическую форму и одинаковый размер. Каждый тип модели подходит для определенных типов абразивного материала. При создании модели шлифовального круга необходимо знать закон распределения размеров абразивных зерен и координат, определяющих их положение на поверхности круга. Для экспериментального изучения формы зерен и их распределения по поверхности круга применяют метод оптической профилометрии. Несмотря на случайный характер распределения зерен, в простейших моделях принимают равномерное распределение зерен по поверхности круга, при этом количество активных зерен может быть определено при помощи аналитических зависимостей. Для учета случайного положения зерен вводят законы случайного распределения размеров и положений зерен.

Предлагается на базе метода конечных элементов проводить более полный анализ процессов пластического деформирования и срезания материала при взаимодействии одного зерна с поверхностью. В результате такого расчета удастся предсказать соотношение объемов срезаемого материала и бокового наплыва, а также рассчитать усилия резания и остаточные напряжения после прохождения зерна. Представлен обзор и классификация статей применяющих метод конечных элементов для моделирования процесса шлифования. Несмотря на то, что данный подход не позволяет моделировать одновременную обработку целым шлифовальным кругом из-за очень высокой вычислительной сложности, его несомненным достоинством является возможность определения остаточных напряжений и формы бокового наплыва. Применение метода конечных элементов для моделирования взаимодействия абразивных зерен с обрабатываемой поверхностью сталкивается с существенной трудностью, вызванной весьма малыми размерами зоны деформирования материала (единицы и десятки мкм) в пределах которой материал в общем случае нельзя считать удовлетворяющим гипотезам сплошности и однородности. В результате, полученные результаты либо будут носить качественный характер, либо потребуются ограничиться моделированием обработки монокристаллических материалов в предположении регулярной бездефектной структуры.

Список литературы:

1. Известия томского ордена трудового красного знамени политехнического Том 68. вып. 1 институт имени С. М. Кирова. 1951 г.
2. .П.П. Переверзев, А.В. Акинцева. Моделирование и оптимизация/Статья внутреннего шлифования в условиях автоматизированного машиностроительного производства/ Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». 2016. Т. 16, № 3. С. 44-53

УДК 621.92

СУЩНОСТЬ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОАЛМАЗНОЙ ОБРАБОТКИ И ЕЕ РЕЖИМЫ

Д.И. Галбура, магистрант,

С.Е. Сазонов, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: golbura666@mail.ru

Для изготовления инструмента в настоящее время широко применяются твёрдые сплавы, новые марки быстрорежущих и инструментальных сталей, обработка которых шлифованием связана с большими трудностями. Применение синтетических алмазов для шлифования инструментов из этих материалов позволило значительно повысить точность и качество обработки. Однако производительность обработки кругами из синтетических алмазов недостаточно высока, к тому же такая обработка сопровождается повышенным расходом алмазов. Тем не менее, в промышленности всё более широкое применение находит электроалмазная обработка (ЭАО) труднообрабатываемых и высокопрочных материалов.

Процесс электроалмазной обработки совмещает электрохимическое (анодное) растворение токопроводящего материала с механическим съёмом этого материала алмазными зёрнами. В зависимости от режимов обработки доля анодного растворения в общем съёме колеблется от 25 до 90%.

Сущность метода ЭАО заключается в следующем. К шлифовальному кругу 3 (катоде) (рис.1), при помощи скользящего контакта 2 подключается отрицательный полюс источника постоянного тока 1, а к обрабатываемой детали 5 (аноду) - положительный полюс.

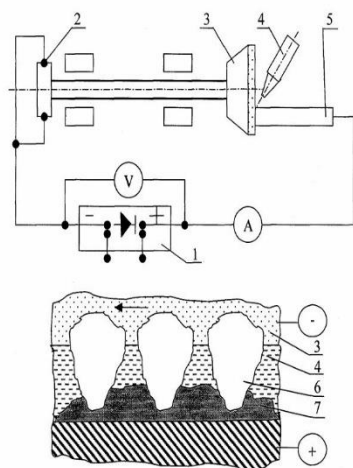


Рисунок 1 – Схема процесса ЭАО

Зазор, образуемый алмазными зёрнами 6, между обрабатываемой поверхностью и связкой круга заполняется непрерывно подаваемым электролитом 4. Электрическая цепь замыкается через поток электролита, при этом происходит анодное

растворение обрабатываемого материала. Продукты растворения 7 удаляются с поверхности детали алмазными зёрнами и потоком электролита. Так как большая часть материала снимается электромеханическим путём, этот процесс в основном не зависит от механических свойств материала, его твёрдости и вязкости.

Основным электрическим параметром электроалмазного шлифования является напряжение технологического тока. Оптимальная величина напряжения составляет 6...8 В. При большем напряжении возникает электроэрозионный процесс, вызывающий прижоги обрабатываемой поверхности, в результате чего ухудшается качество поверхности и увеличивается расход алмазов.

Производительность обработки в значительной степени зависит от скорости алмазного круга. С увеличением её от 17 до 35 м/с уменьшается шероховатость обработанной поверхности, возрастает производительность и снижается стоимость обработки, уменьшается удельный расход алмазов. При скорости резания более 35 м/с, увеличивается удельный расход алмазов, дорожает обработка, что объясняется ухудшением условий попадания электролита в межэлектродный зазор (МЭЗ), снижением плотности тока и возрастанием механического резания алмазными зёрнами.

Установлено, что скорость круга не должна превышать 27...30 м/с, так как дальнейшее увеличение скорости электрохимического съёма возможно за счёт увеличения скорости, собственно, электродного процесса и различных способов его активации.

Увеличение продольной подачи приводит к более глубокому внедрению алмазных зёрен в обрабатываемый материал, при этом величина МЭЗ уменьшается, возрастает ток анодного растворения. Одновременное увеличение площади контакта за счёт глубины резания приводит к увеличению электрохимического съёма. Наряду с этим увеличивается объём снимаемого материала в элементарном акте резания единичным зерном и число работающих зёрен возрастает. Установлено, что съём материала при высокой продольной подаче сопровождается появлением макродефектов на обработанной поверхности.

На эффективность ЭАШ существенно влияет площадь контакта круга с инструментом. Чем

больше площадь контакта, тем большее количество тока пройдёт через неё в единицу времени, тем эффективнее электрохимический процесс. С увеличением площади производительность шлифования повышается, а удельный расход алмазов снижается. Эффективность ЭАШ зависит от периода электрохимического воздействия, представляющего собой отношение расстояния между последовательно работающими алмазными зёрнами и окружной скоростью круга.

Длительная работа при ЭАО приводит к выпадению абразивных зёрен, в результате чего на рабочей поверхности остаётся только связка круга. Круг в таких условиях теряет режущую способность. Поэтому в этих условиях требуется либо дополнительная правка одним из перечисленных выше способов, либо переключение электрической цепи на ток обратной полярности.

Список литературы:

1. Студенский, Е.И. Электроалмазное шлифование / В.И. Богатырев, Н.Б. Кадышев. - М. : Машиностроение, 1971.-81с.
2. Новоселов, Ю.К. Динамика формообразования поверхностей при абразивной обработке / Ю.К. Новоселов. – Севастополь: Из-во СевНТУ, 2012. – 304с.

УДК 65.011.56

CALS-ТЕХНОЛОГИИ В МАЛОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

А.И. Кучкаев, магистрант,

А.Ю. Тараховский, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: iivanov@pochta.ru

В настоящее время проблема повышения конкурентоспособности и скорости выпуска изделий стоит особенно остро перед малыми предприятиями. Для решения данной проблемы все более широкое распространение получают современные информационные технологии, обеспечивающие процессы, которые протекают в ходе всего жизненного цикла продукции.

Cals технологии (continuous Acquisition and Lifecycle Support - непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла изделий), или (информационная поддержка процессов жизненного цикла изделий) подход к проектированию и производству высокотехнологичной и наукоемкой продукции, заключающийся в использовании компьютерной техники и информационных технологий на всех стадиях жизненного цикла изделия.

Многообразие процессов в ходе жизненного цикла без соответствующей информационной поддержки порождает целый ряд проблем, среди которых [1] отсутствие структуризации электронных данных, низкий уровень управления процессами работы с данными, открытость доступа к информации об изделии, несанкционированное изменение данных об изделии, трудности, возникающие при обмене данными между различными звеньями предприятия.

Для решения данных проблем необходима постоянная связь, между существующими процессами работы предприятия, активное взаимодействие между отделами предприятия, все это требует внедрение подобных технологий. Естественно, для подобного действия на сегодняшний день, чтобы полностью перевести предприятие на данную технологию, необходимо затратить большие материальные средства, что делает невозможным целое внедрение CALS- технологии на малом предприятии.

На первой стадии [2] необходимо сформировать рабочую группу внедрения, состоящую из сотрудников производственных отделов (инженеров-конструкторов, инженеров-технологов и других специалистов) и специалистов отдела автоматизации (программистов, системных аналитиков).

На второй стадии проводится анализ информационных и бизнес-процессов предприятия. Необходимо выявить существующие взаимосвязи между всеми отделами предприятия и внешними

субъектами, с которыми осуществляется сотрудничество, разработать функциональные модели, содержащие детальное описание выполняющихся процессов в их взаимосвязи.

Третья стадия заключается в разработке пошаговой модели стратегии интеграции CALS-технологии в информационное пространство предприятия. Формирование данной стратегии включает выбор показателей оценки эффективности процессов, формирование целей внедрения технологии информационной поддержки жизненного цикла и стратегии их достижения.

Четвертая стадия заключается в проведении реинжиниринга производственных процессов предприятия, направленного на формирование следующих методов разработки изделия: параллельного проектирования; единого информационного пространства; взаимодействия всех отделов.

Параллельное проектирование осуществляется за счет совмещения технического и рабочего проектирования. Цель данного метода – выполнение процессов разработки и проектирования одновременно с моделированием процессов изготовления и эксплуатации.

Для функционирования необходимы многопрофильные рабочие группы, включающие специалистов разного профиля и решающие конкретные задачи. Например, представители эксплуатанта, генерального разработчика и поставщика комплектующих изделий, т. е. специалисты из разных организаций, могут быть собраны в одну рабочую группу для решения проблемы, возникшей в ходе эксплуатации.

В зависимости от профиля предприятия варьируются и требования к планируемой к внедрению системе, но некоторые требования должны присутствовать в техническом задании практически всегда:

- система должна работать на уже имеющихся на предприятии и планируемых к использованию в перспективе программно-аппаратных платформах.

- система должна быть максимально открытой (полное описание структуры базы данных, передача заказчику административных прав доступа, документированное программирование интерфейсов приложений операционных систем, поддержка стандартных форматов и протоколов обмена данными, таких как STEP (ISO 10303), PLM XML и

других, как для экспорта, так и для импорта данных в систему);

- система должна масштабироваться без потери производительности (в рамках приведенных в техническом задании параметров) как по количеству одновременно работающих пользователей, так и по объемам хранимых данных;

- система должна позволять осуществлять перенастройку без привлечения представителей компании разработчика и неоправданно большого объема программирования (в идеале все изменения модели данных, логики работы системы, интерфейса и отчетных форм должны проводиться визуально, без программирования);

- система должна обладать свойствами переносимости применительно к жизненным циклам, возможностью смены программной и аппаратной платформы (системы управления базой данных, операционной системы и т. п.) без необходимости менять модель данных;

- система должна соответствовать требованиям, предъявляемым к системам управления жизненным циклом изделия по функционалу. Здесь следует обращать внимание на полноту охвата всех задач на всех стадиях жизненного цикла продукции.

- система должна поддерживать международные (ISO10303, ISO 12207, ISO 10007, ISO 9000 и др.) и отечественные стандарты (ЕСКД, ЕСТД, СПДС и др.).

Пятая стадия заключается в разработке комплекса нормативно-технической документации, регламентирующей порядок ввода и изменения данных об изделии и функционирования всего предприятия в рамках единого информационного пространства (ЕИП). Стадия обеспечивается за счет интеграции выбранной системы управления данными об изделии с существующей на предприятии системой автоматизированного проектирования и другими программными средствами и соблюдая специфические условия функционирования предприятия.

Соблюдая данные требования, в ходе выполнения расчетного анализа возможно получить актуальную и достоверную информацию.

Также на данной стадии внедрения информационной поддержки жизненного цикла изделия

должны быть разработаны рекомендации, касающиеся проектирования технологической документации (техпроцессы для различных видов производства, конструкторская документация на техническое обслуживание); формирования управляющих программ для станков с ЧПУ; процессов утверждения, нормоконтроля и доработки электронной конструкторской документации.

Рассмотрим упрощенную модель единого информационного пространства, сформированного в условиях малого предприятия (рисунок 1). Данная модель характеризуется следующими свойствами: обеспечивает представление информации в электронном виде; включает все данные об изделии; является единственным источником данных об изделии; для организации взаимодействия различных программно-аппаратных средств использует международные и государственные отраслевые стандарты; интегрируется с уже имеющимися и предустановленными на предприятиях системами автоматизированного проектирования и другими программными средствами.

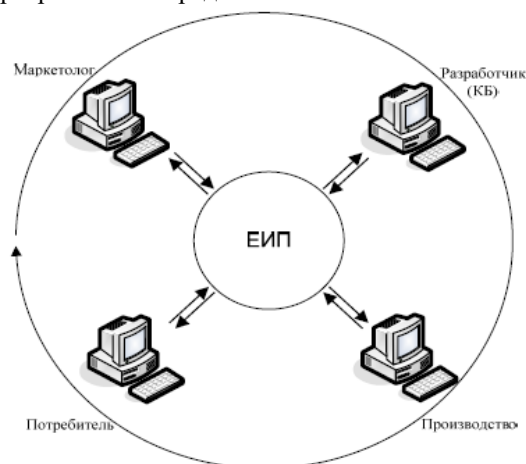


Рисунок - 1 Упрощенная модель единого информационного пространства

Соблюдение рекомендаций, приведенных в данной статье, позволяет достичь сокращения сроков конструкторско-технологической подготовки производства; сокращения времени, затрачиваемого на поиск данных; сокращения сроков разработки изделия и внесения в него требуемых изменений; повышения производительности труда [3].

Список литературы:

1. Киселев В. И., Трегубов С. И. Автоматизированное формирование конструкторской документации по ЕСКД // Современ. пробл. радиоэлектроники : сб. науч. ст. / Красноярск, 2010. С. 571–573.
2. Концепция развития CALS-технологий в промышленности России / Е. В. Судов, А. И. Левин, А. Н. Давыдов, В. В. Барабанов ; НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика». М., 2002.
3. Учуватов М. С., Дектерев М. Л., Трегубов С. И. Критерии выбора CAD пакетов для проектирования электронных средств // Современ. пробл. радиоэлектроники : сб. науч. ст. / Красноярск, 2010. С. 595–598.

УДК 621.757

НОВЫЕ УПЛОТНЕНИЯ ДЛЯ ВРАЩАЮЩИХСЯ ВАЛОВ И СИЛОВЫХ ГИДРОЦИЛИНДРОВ

Д.В. Столярук, магистрант,

А.Ю. Тараховский, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: AYTarakhovskiy@sevsu.ru

Широкое применение в современных энергонасыщенных строительных машинах и механизмах объёмного гидропривода объясняется целым рядом его преимуществ по сравнению с другими типами силовых приводов: небольшие габариты и масса, бесступенчатое регулирование скорости рабочих органов, независимое расположение элементов гидропривода, надёжное предохранение от перегрузок, удобство управления и обслуживания, лёгкость автоматизации процессов и др. Гидроцилиндры – наиболее распространённый вид гидродвигателей, используемый в объёмном гидроприводе строительных машин и механизмов и позволяющий непосредственно, без кинематических преобразований, получить прямолинейное движение исполнительных органов, в которые они встраиваются. Безотказность гидроцилиндров в значительной степени зависит от надёжности уплотнений поршня и штока (уплотнений подвижных соединений гидроцилиндров). Поэтому совершенствование уплотнений соединений с возвратно-поступательным движением (уплотнений поршня и штока) в гидроцилиндрах является актуальной задачей. Для герметизации подвижных соединений силовых гидроцилиндров применяют металлические и неметаллические пружинные кольца, уплотнительные кольца и манжеты из резины и пластмасс, сальниковые и комбинированные уплотнения.

Эластомерные, в том числе резиновые, кольца круглого, прямоугольного, овального и фасонного поперечного сечения – простые, компактные и достаточно надёжные средства герметизации подвижных соединений. Эти уплотнения применяют при давлении рабочей жидкости до 32 МПа и скорости относительного перемещения деталей соединения до 0,5 м/с в диапазоне температур от -50 до +100 °С. Герметичность достигается благодаря сжатию резины при монтаже соединения, её деформированию под давлением рабочей жидкости и плотному прилеганию к уплотняемой поверхности. Чтобы предохранить резиновые кольца от выдавливания в зазор между уплотняемыми поверхностями под давлением рабочей жидкости, используют защитные шайбы из фторопласта или полиамидных смол.

Эластомерное кольцо фасонного поперечного сечения (рисунок 1), надёжно работающее в условиях высокой запылённости окружающей среды, предназначено для герметизации штока гидроцилиндра. Боковые стороны поперечного сечения этого кольца наклонены к оси симметрии на угол $\alpha = 12-20^\circ$. Кольцо устанавливают в канавку крышки корпуса гидроцилиндра. Радиус R скругления поверхности 1 кольца, обращённой ко дну канавки, больше радиуса r скругления противоположной поверхности 2 в 1,2–1,7 раза, сумма радиусов $R + r$ меньше высоты h поперечного сечения кольца, которая в свою очередь больше его ширины B в 1,2–1,8 раза.

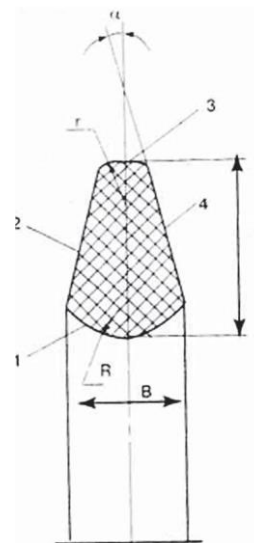


Рисунок 1 - Эластомерное кольцо фасонного поперечного сечения для герметизации штока гидроцилиндра.

Большим ресурсом работы отличается радиальная неармированная манжета, изготовленная из крученой комбинированной пряжи, пропитанной эластомерным связующим материалом. Манжета (рисунок 2) V-образного поперечного сечения имеет две уплотнительные губы: внешнюю 1, уплотняющую неподвижное соединение, и внутреннюю 2, уплотняющую вращающийся вал. Внешний слой 3 манжеты содержит твердый смазочный материал, например, графит.

Высокими антифрикционными свойствами обладают радиальные манжеты фирмы «CarlFreudenberg KG» (Германия). Их изготавли-

вают из плоских заготовок, полученных высеканием из холста толщиной 0,5-1,25 мм, состоящего из синтетических или минеральных волокон длиной 3-20 мм, пропитанного композицией, в которую входят фторопласт (50% по массе), а также графит, тальк, слюда и дисульфид молибдена. Пропитанный холст сушат в печи при температуре $30 \div 3000^\circ\text{C}$ и затем пропускают через стальные валки для повышения плотности; при этом его толщина уменьшается на 10-75%.

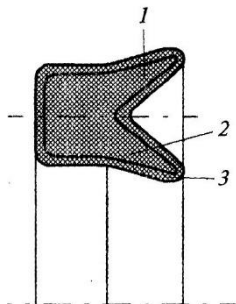


Рисунок 2 - Радиальная неармированная манжета V-образного поперечного сечения

Фирма «FreudenbergSimrit KG» (Германия) выпускает радиальные манжетные уплотнения, сохраняющие полную работоспособность при температуре до 1600°C благодаря выбору соответствующего эластомера для их изготовления. Манжеты надежно работают при давлении жидкости до 1,0 МПа; при этом с повышением давления сила трения в подвижном соединении возрастает незначительно. Простая по конструкции и удобная при монтаже радиальная неармированная эластомерная манжета надежно герметизирует вращающийся вал 1 (рисунок 3). Манжета 4, установленная в неподвижном корпусе, зажата с помощью двух металлических опорных колец 3 и 5 фасонного поперечного сечения. Контактная кромка b манжеты прижата к валу силой упругости материала манжеты и с помощью браслетной пружины 2. Угол α между поверхностями вала и уплотнительной губы, обращенной к уплотняемой полости a , составляет $50-70^\circ$. Благодаря оригинальной форме поперечного сечения уплотнительной губы обеспечивается высокая степень герметичности подвижного соединения.

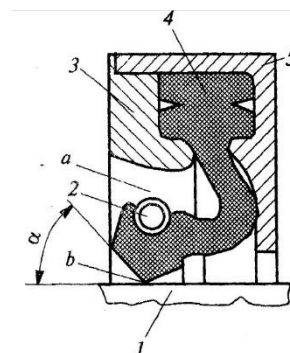


Рисунок 3 – Радиальная неармированная манжета с уплотнительной губой оригинальной формы

Разработана конструкция радиального армированного манжетного уплотнения с датчиком информационно-энергетического состояния, обеспечивающим передачу достоверных данных о работоспособности уплотнения. Между рабочей поверхностью манжеты 1 (рисунок 4), армированной металлическим кольцом 2 Г-образного поперечного сечения, и кольцевой браслетной пружины 3 расположен торообразный электрический датчик 4 механического напряженного состояния. Его секторы выполнены из многокомпонентного полимера, обладающего ярко выраженной зависимостью между механическим напряжением и электрической проводимостью. По изменению сопротивления датчика контролируют контактное давление и температуру в паре трения манжета 1 – вал 5. Повышенной износостойкостью отличаются радиальные манжеты, изготавливаемые из компаунда на основе фторопласта, обладающего низким коэффициентом трения и высоким уплотняющим эффектом. Манжеты со стальными браслетными пружинами обеспечивают высокую степень герметичности соединения при скорости движения до 15 м/с, давлении до 1,0 Па и температуре от -40 до $+2600^\circ\text{C}$.

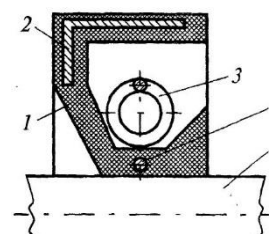


Рисунок 4 – Радиальная армированная манжета Г-образного поперечного сечения

Список литературы:

1. Материалы для изготовления уплотнительных прокладок и область их применения [Текст]: справочный материал // Сборка в машиностроении, приборостроении : ежемесячный научно-технический и производственный журнал. - 2006. - №3. - С. 52-56.
2. Попов Д.Н. Механика гидро- и пневмоприводов: Учеб. для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. - 320 с., ил.
3. Тараховский А.Ю., Повышение качества уплотнительных соединений гидроаппаратуры типа "Эластичный кольцевой элемент - внутренняя канавка детали" за счет управления процессом сборки - Севастополь: СевНТУ, 2011

УДК 621.757

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТОВ ПАРАМЕТРОВ СБОРКИ СОЕДИНЕНИЙ ТИПА «ЭЛАСТИЧНЫЙ КОЛЬЦЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ-ВНУТРЕННЯЯ КАНАВКА ДЕТАЛИ» И СРАВНЕНИЕ РАСЧЕТОВ ПРОГРАММ ABAQUS И ANSYS

Д.Т. Сысоев, магистрант

А.А. Тараховский, студент

А.Ю. Тараховский, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г.Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: tartolik@rambler.ru

В процессе производства изделий ведущая роль принадлежит сборке как завершающему этапу, на котором формируются основные показатели качества, надежность и долговечность при эксплуатации выпускаемых объектов.

Качество многих изделий: насосов водяных и масляных автомобильных, тракторных и авиационных, редукторов различных назначений, дифференциалов автомобильных и тракторных гидро- и пневмоцилиндров и многих других изделий зависит от уплотнений и прокладок, обеспечивающих герметизацию этих соединений

Широкое распространение получили сборочные единицы вида «эластичный кольцевой элемент - внутренняя канавка». В производстве уплотнительные кольца устанавливаются во внутреннюю канавку цилиндрической поверхности деталей вручную. При установке имеет место закручивание кольца вокруг оси его сечения, и в процессе эксплуатации изделия происходит быстрый (20 - 100 срабатываний) разрыв уплотнения и потеря герметичности соединения, что приводит к выходу из строя всей конструкции и необходимости ее внепланового ремонта, в то время как качественно установленное уплотнение может работать от $5 \cdot 10^3 \dots 10^9$ циклов. Анализ причин негерметичности уплотнения кольцами круглого сечения показывает, что около 30% дефектов возникает из-за повреждения колец при сборке.

Условия сборки УС в значительной мере зависят от геометрии собираемых деталей. Влияние характеристики базовой детали можно снизить, выполняя все элементы сборочной операции без контакта эластичного кольца с уплотняемой поверхностью. Именно этим обосновывается необходимость проведения сопряжения кольца с канавкой базовой детали с зазором. Кроме того, при подаче кольца к канавке с зазором упрощается сам сборочный процесс, что особенно важно для технологии гибкого автоматизированного производства. Установка кольца в свободном состоянии, без закручивания, способствует также значительному повышению качества, надежности и долговечности уплотнительного устройства, а значит и качества машины в целом.

В связи с этим, первоочередным является выбор способа деформирования кольца для эффективного уменьшения его габаритных размеров, что позволило бы вписать кольцо в ЦОП с зазором. Такую задачу можно решить способом, когда кольцо симметрично деформируется выступов внутрь. После деформации кольцо можно подавать к канавке базовой детали деформирующим органом без контакта с уплотняемой поверхностью.

Деформация кольца прогибом с выступом внутрь показана на рисунке 1. Здесь наружный упор 1 обеспечивает изгиб кольца внутрь, так что соответствующая точка М1 упругой линии приближается к точке М4 противоположного участка; внутренние же упоры 2 и 3 максимально сводятся друг к другу и симметричные участки кольца касаются в соответствующих точках М2 и М3.

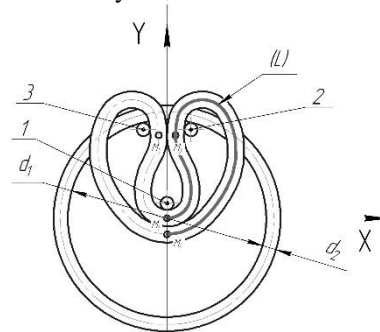


Рисунок - 1 Деформированное кольцо выступом внутрь

Для определения формы деформированного кольца воспользуемся методом конечных элементов.

Метод конечных элементов (МКЭ) позволяет приближённо численно решать широкий спектр физических проблем, которые математически формулируются в виде системы дифференциальных уравнений или в вариационной постановке. Этот метод можно использовать для анализа напряжённо деформированного состояния конструкций, для термического анализа, для решения гидрогазодинамических задач и задач электродинамики.

Исходным объектом для применения МКЭ является материальное тело (в общем случае - область, занимаемая сплошной средой или полем), которое разбивается на части - конечные элементы

(КЭ). В результате разбивки создаётся сетка из границ элементов. Точки пересечения этих границ образуют узлы. На границах и внутри элементов могут быть созданы дополнительные узловые точки. Набор из всех конечных элементов и узлов является основной конечно-элементной моделью деформируемого тела.

В задачах деформирования, прежде всего, нужно указать упругие свойства - модуль упругости и коэффициент Пуассона.

На сегодняшний день существуют два популярных программных комплекса: ANSYS и ABAQUS. Они решают методом конечных элементов стационарные и нестационарные, линейные и нелинейные задачи из таких областей физики, как механика твёрдого деформируемого тела, механика жидкости и газа, теплопередача, электродинамика.

Центральным объектом при работе является проект, под которым понимается совокупность геометрических, физических и конечно-элементных моделей тел рассматриваемой задачи, а также результатов численного решения.

Можно выделить следующие этапы проведения инженерного анализа:

Разработка модели (препроцессинг). На данном этапе осуществляется подготовка геометрической модели, задание материала и его свойств, генерация конечно-элементной сетки, определение физических условий моделирования. Конечным результатом этапа является модель, подготовленная для численного решения:

Настройка решателя и решение. На данном этапе задаются необходимые настройки решателя, параметры, обеспечивающие сходимость итерационного процесса, и запускается решатель. Конечным результатом этапа является численное решение, полученное с заданной точностью;

Обработка результатов (постпроцессинг). На данном этапе полученное численное решение задачи используется для визуализации распределения необходимых физических величин (напряжений, деформаций, температур и др.). Конечным результатом этапа является набор графиков, анимаций, массивов значений, представляющих необходимые результаты решения задачи.

Список литературы:

1. Тараховский А.Ю. Определение предельных значений радиуса описанной окружности для осуществления сопряжения с зазором при сборке уплотнительного соединения типа «эластичная кольцевая деталь — канавка отверстия» / А.Ю. Тараховский // Вестник СевНТУ. Сер. Машиноприборостроение и транспорт: сб. науч. тр. — Севастополь, 2010. — Вып. 107. — С. 220-223.
2. Бруйка В.А.Б 89 Инженерный анализ в ANSYS Workbench: Учеб. пособ. / В.А. Бруйка, В.Г. Фокин. Е.А. Солдусова, НА. Глазунова, НЕ. Аденов. - Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010.-271 с.: ил.

На первом этапе (препроцессинге) создаётся основа конечно-элементной модели исследуемого объекта. Этот этап включает в себя нижеследующие процедуры:

Устанавливается физический тип задачи (механика деформируемого твёрдого тела, теплопередача, гидродинамика и т.д.), производится соответствующая настройка программы.

Выбирается тип конечного элемента в зависимости от размерности объекта и других его свойств. Могут быть заданы некоторые характеристики элемента.

Задаётся материал объекта и указываются все его необходимые свойства. Свойства могут быть заданы с клавиатуры или импортированы из библиотеки программы.

Строится геометрическая твёрдотельная модель объекта.

Геометрическая модель разбивается на конечные элементы. При разбивке могут быть заданы различные параметры сетки.

В случае контактной задачи устанавливаются контактные пары, определяется модель контакта и её характеристики.

Второй этап - наложение на модель необходимых физических условий и решение задачи - состоит из трёх основных шагов:

Задаются граничные условия - силы, перемещения (связи) и пр.

Выбирается тип анализа (статический, динамический, модальный и т.д.). Возможен выбор метода решения системы уравнений МКЭ и задание параметров вычислительных процедур (числа шагов нагружения, числа итераций и др.).

3. Осуществляется решение системы уравнений, полученной методом МКЭ. В результате решения формируется файл результатов, который содержит вектор найденных степеней свободы (узловых перемещений, узловых температур и т.д.).

Третий этап (постпроцессинг) - анализ результатов расчёта. Рассчитанные МКЭ физические величины (перемещения, деформации, напряжения, температуры и др.) представляются в виде картинок, таблиц, графиков, анимаций. Все эти результаты можно записать в соответствующие файлы.

УДК621.9.06

ВЛИЯНИЕ МЕТОДОВ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ НА ПЕРИОД СТОЙКОСТИ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

В.А.Строеньев, студент группы КТП(б)-31 о

В.В.Соколова, магистрант КТП(м)-11о

Л.Б.Шрон, доц., канд. техн. наук, научный руководитель.

ФГАО ВО: «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 290533

e-mail: stroeniew.v@yandex.ru

В настоящее время предъявляются повышенные требования к режущим свойствам инструментов, в особенности инструментов для станков с ЧПУ и гибких производственных комплексов. Традиционные методы повышения стойкости инструментов путем сложного легирования почти исчерпали свои возможности. В этой связи разработаны и внедрены методы повышения износостойкости, основанные на создании на рабочих гранях инструментов тонких поверхностных слоев с заданными свойствами. Наибольшее распространение среди них получили химико-термическая обработка и нанесение износостойких покрытий.

Химико-термические методы (цианирование, азотирование или нитроцементация, борирование и др.) представляют собой виды обработки, при которых происходит изменение химического состава и свойств поверхностных слоев инструментов, изготовленных из стали. Эти изменения достигаются в результате диффузии различных элементов из внешней среды в сталь. Среди перечисленных методов наибольшее применение получило цианирование, т. е. насыщение поверхностного слоя инструмента одновременно углеродом и азотом. Цианирование производится после термообработки и окончательной заточки. После цианирования получается слой толщиной 20... 30 мкм, обладающий высокой твердостью до 70 HRC, а также теплостойкостью и износостойкостью.

Цианированный слой имеет меньший коэффициент трения с обрабатываемым материалом. Вследствие этого стойкость цианированных инструментов повышается в 1,5...2 раза, что для эффективной работы современного инструмента недостаточно..

Нанесение покрытий на инструментальный материал позволяет создать на его поверхности новый комплекс свойств с сохранением необходимых свойств основы. Это направление повышения стойкости инструмента в настоящее время является наиболее важным. Существует большое число методов получения покрытий на рабочих поверхностях режущего инструмента.

На рис.1 приведена классификация методов нанесения покрытий[1].

Широкое применение среди них получили методы: химического осаждения покрытия из паразитной фазы и вакуумно-плазменные.

	Методы нанесения покрытий на режущий инструмент	
Химико-термические методы образования покрытий (ХМТ)	Методы химического осаждения покрытий (ХОП)	Методы физического осаждения покрытий (ФОП)
Диффузионное насыщение из твердой, жидкой, или газовой среды	Метод ГТ	Метод КИВ
Ионное азотирование и цементация	Метод GT (Sandvik Coromant)	Метод РЭП
Термодиффузионное насыщение поверхности (метод ДТ)	Метод GMP (Ansee)	Плазменное напыление
Электроискровое легирование	Метод вакуумного титанирования	Детонационное напыление
Лазерная поверхностная обработка		
Ионная имплантация		

Рис.1 Классификация методов нанесения покрытий

Метод химического осаждения из газовой фазы (получивший название ГТ) основан на конденсации газообразных соединений с образованием твердых осадков. При этом температура подложки (инструмента) высокая (1000...1100°C), т. е. метод высокотемпературный и применим только для нанесения покрытий на инструмент из твердого сплава. По данному методу наносятся покрытия на многогранные пластинки твердого сплава. Более половины многогранных пластин в настоящее время выпускаются с износостойкими покрытиями. Материалами для покрытий служат: TiC; TiN, TiCN; ZrN; HfC; MoC; MoN; CrN; TaN и др.

Вакуумно-плазменные методы (метод КИБ - конденсация покрытий из плазменной фазы в вакууме с ионной бомбардировкой поверхности инструмента; метод РЭП—реактивно-электронно-лучевого плазменного осаждения покрытий в вакууме) имеют более широкие технологические возможности. Температура подложки в данных методах достаточно низкая ($\sim 450^\circ\text{C}$), т. е. методы могут быть использованы для нанесения покрытий как на твердые сплавы, так и на быстрорежущие стали. В настоящее время на многих отечественных предприятиях созданы участки для нанесения покрытий методом КИБ, оснащенные установками типа «Булат». На них можно наносить покрытия на пластинки и осевой инструмент. Оптимальная толщина покрытия составляет 8...12 мкм в зависимости от свойств материала основы, метода нанесения и материала покрытия. Покрытия могут быть одно- и многослойными. В случае многослойных покрытий нижние слои делаются более пластичными - из карбидов титана или молибдена, верхние более твердые—из нитридов титана или керамики. В работах [1] представлены результаты влияния способа нанесения покрытий на различные инструментальные материалы. Так на рис.2 и рис.3 представлены графики интервалов времени стойкости инструмента.

Результаты стойкостных исследований показали высокую эффективность покрытий при нанесении их как на быстрорежущий, так и на твердосплавный режущий инструмент. В частности, для инструмента из быстрорежущей стали, отмечается наибольшая эффективность покрытий КИБ.

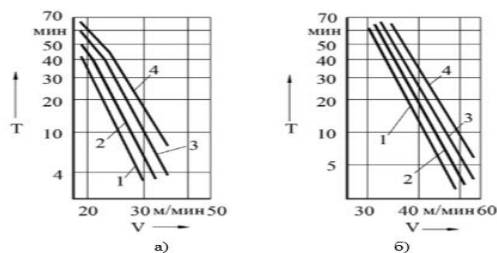


Рис 2. Влияние скорости резания V при обработке стали 40X(200HB) на период стойкости T контрольных резцов из P6M5(1) и сталей P6M5-MoN(2), P6M5-CrN(3), P6M5-TiN(4)

а-сверление отверстий, б-симметричное торцевое фрезерование.

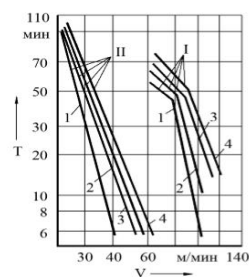


Рис.3 Влияние скорости резания V на период стойкости резцов T из быстрорежущей стали P6M5 при точении стали 45 (180 HB), $t = 2$ мм; I – $S = 0,15$ мм/об, II – $S = 0,57$ мм/об; 1 – P6M5, 2 – P6M5-MoN, 3 – P6M5-CrN, 4 – P6M5-TiN.

Опыт применения инструментов с износостойкими покрытиями показал, что их стойкость увеличивается в 2...5 раза по сравнению со стойкостью инструмента без покрытия, а по сравнению с методами химико-термического упрочнения стойкость увеличилась в 1,5...3 раза, при этом силы резания и температура, при наличии покрытий снижаются ориентировочно на 20...25%.

Список литературы:

1. Табаков В.П., Рандин А.В., Циркин А.В., Порохин С.С. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ // Фундаментальные исследования. – 2005. – № 8. – С. 95-96; URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=6481> (дата обращения: 19.05.2017).
2. <http://www.studfiles.ru/preview/2548352/page:10/>
3. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями в условиях стесненного резания / В.П Табаков, Д.И.Сагитов-Ульяновск : УлГТУ, 2015.-1 79с
4. Боровский, С. М. Повышение эксплуатационных свойств режущего инструмента методом ионной имплантации: дис. ... канд. тех. наук. – Тольятти, 1998. – 195 с.

РАЗДЕЛ 7. ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

УДК 629.123.13

ПОВЕРХНОСТИ ВРАЩЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ВЕТРОДВИЖИТЕЛЕЙ СУДОВ

Е.А. Порожняк, Н.В. Шелевальник, студенты

В.Г. Серeda, Медведь А.Ф., доц., канд. техн. наук, научные руководители

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: aderes57v@mail.ru

В качестве ветродвижителей судов применяют: парус, парус-крыло (жесткий парус), кайт (управляемый воздушный змей), ротор (вращающийся цилиндр) и турбо-ротор (рисунок 1) [1].



Рисунок 1 – Типы ветродвижителей судов

Цель работы: показать, как можно использовать поверхности вращения, изучаемые в курсе «Начертательная геометрия», в качестве ветродвижителей судов.

Поверхность вращения образуется при вращении линии (прямой или кривой) вокруг оси. Частным случаем поверхности вращения является цилиндр.

Паруса можно заменить установленными на судне вращающимися цилиндрами (идея Флеттнера, 1920 г.). Судостроительные компании, занимающиеся созданием технологий по снижению расхода топлива и выбросов в атмосферу, используют роторные движители.

Принцип действия роторного движителя основан на эффекте Магнуса (1852 г.). Там, где поверхность цилиндра (рисунок 2) вращается против потока воздуха, скорость ветра уменьшается, а давление – увеличивается (в соответствии с законом Бернулли). С другой стороны цилиндра все наоборот – скорость воздушного потока возрастает, а давление – падает. Эта разница в давлениях с разных сторон цилиндра и является движущей силой, которая заставляет судно двигаться.

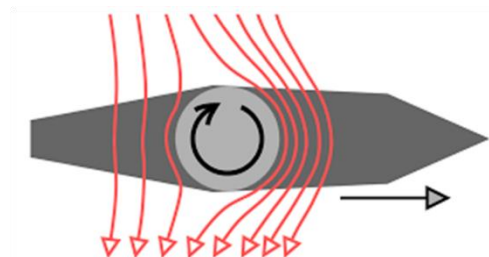


Рисунок 2 – Схема принципа действия роторного движителя

Сила, действующая на ротор, зависит от отношения окружной скорости к скорости ветра. При постоянном соотношении этих скоростей сила пропорциональна квадрату скорости и площади вертикального сечения цилиндра.

Применяя концевые и разделительные шайбы на цилиндрах можно улучшить тяговые характеристики ротора.

На судне можно установить от одного до шести и более роторов в различной компоновке (рисунок 3). Варьируя размерами ротора и их количеством можно достичь скорости судна более 20 узлов. Применение роторов позволяет экономить до 40 процентов топлива.



Рисунок 3 – Типы компоновки роторов на судах

Понимание темы «Поверхности» позволит студентам применять полученные знания при проектировании судов.

Список литературы:

1. Крючков Ю.С., Перестюк И.Е. Крылья океана. – Л.: Судостроение, 1983. – 256 с.
2. <http://forums.airbase.ru/2011/09/t81775-rotornye-suda.html>. Роторные суда.

УДК 62

СУПЕРКОМАНДЫ В AUTOCAD

В.И. Володин, студент

А.С. Непорожнев, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: draky371@gmail.com

Компания AUTODESK является одним из мировых лидеров в разработке систем автоматического проектирования (САПР). В частности, продуктом данной компании является САПР Autocad Mechanical. Autocad появился в 1982 году и зарекомендовал себя как качественный продукт в сфере САПР. Одним из преимуществ данной программы является его широкое применение в организациях различного направления. Autocad используется при обучении студентов технических специальностей. Как все современные программы, Autocad развивается, добавляются новые функции, действия, возможности. С другой стороны, за ненадобностью, исчезают некоторые устаревшие команды.

Рассмотрим развитие Autocad Mechanical на примере некоторых суперкоманд: супер-размеры, суперкопирование, суперпривязка, суперстирание.

Команда суперразмеры находится в меню «Аннотации» (рисунок 1).

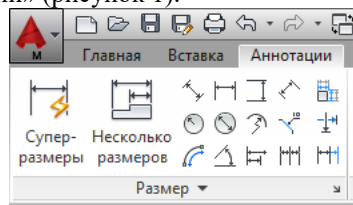


Рисунок 1 – Суперразмеры

Данная команда поддерживает разнообразные типы размеров, начиная с вертикальных, горизонтальных, параллельных, повернутых линейных и угловых, размеров радиуса, диаметра, ломаного радиуса, размеров длины дуг, размеров от общей базы и размерных цепей. При необходимости тип размера можно изменить с помощью параметров командной строки.

Команда суперкопирование находится в меню «Редактирование».

Список литературы:

1. Соколова Т. AutoCAD 2016. Двухмерное и трехмерное моделирование. Учебный курс/ Соколова Т. —М.: ДМК Пресс, 2016. — 754 с: ил.

Для работы с командой суперкопирование нужно выбрать объект для копирования щелчком на любой части объекта. Команда автоматически выбирает все элементы, связанные с объектом, в том числе и специфические данные AutoCAD Mechanical, связанные с объектом. Если вместо команды AMPOWERCOPY вызвать команду КОПИРОВАТЬ, потребуется вручную выбрать все элементы, образующие объект.

Команда суперпривязка находится в меню «Утилиты» (рисунок 2).

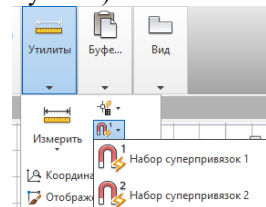


Рисунок 2 – Суперпривязка

Данная команда позволяет задавать параметры для действующих режимов объектной привязки, сохраненных как «Набор суперпривязок». Также есть возможность использовать фильтр объектов для выбранного набора привязок.

Команда суперстирание находится в меню редактирование. Данная команда позволяет выполнять полное стирание объектов и восстанавливать целостность объектов в окружающей области. При удалении супер-размера команда корректирует оставшиеся размерные линии так, чтобы в результате удаления не осталось промежутка. При удалении резьбового соединения в заштрихованной области, команда восстанавливает штриховку на месте удаления.

Использование вышеописанных команд значительно ускоряет работу, что показывает эволюцию программы в сторону упрощения.

УДК 66

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИБЛИОТЕКИ БЛОКОВ AUTOCAD В ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

В.А. Шубина, студент

А.С. Непорожнев, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: victoria_sh7@mail.ru

В силу своей специфики общественное питание затрагивает интересы всех слоев населения. Питание как процесс употребления пищи удовлетворяет потребность человека и выступает одной из основных составляющих его жизнедеятельности. Эта сфера деятельности человека - наиболее динамично развивающаяся отрасль российской экономики. Качество выпускаемой продукции, культура обслуживания посетителей, условия работы персонала, эффективность использования капитальных вложений во многом определяются на этапе проектирования.

При разработке проектов предприятий общественного питания необходимо ориентироваться на внедрение рациональной технологии, создания условий для сокращения потерь времени и финансов на всех стадиях технологического процесса эксплуатации предприятий общественного питания. Одним из путей оптимизации процесса разработки является использование систем автоматического проектирования (САПР). Часто для таких целей применяется САПР Autocad. Возможности данного продукта позволяют решать многие задачи проектирования предприятий общественного питания. Например, применяя блоки и атрибуты Autocad можно ускорить проектирование на стадии размещения оборудования объектов общепита. Рассмотрим расстановку оборудования на планировочной схеме горячего цеха кафе на 300 мест (рисунок 1). На показанном участке схемы установлено 19 единиц различного оборудования (котёл электрический, шкаф холодильный, стол производственный, кофеварка настольная и другие). Как правило, на объектах применяется повторяющееся оборудование, которое можно внести в библиотеку Autocad и сохранить в виде блоков (рисунок 2).

Это в дальнейшем позволит вносить готовые блоки оборудования в схемы цехов, участков и т.д. Еще одним преимуществом использования библиотеки блоков является уменьшение размера документа, что немаловажно при проектировании крупных предприятий.

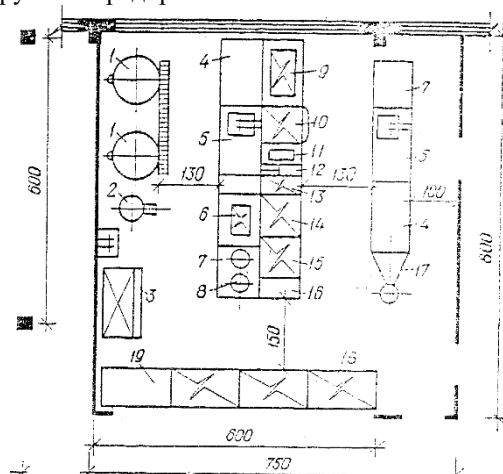


Рисунок 1 – Конструктивно-планировочная схема горячего цеха ресторана

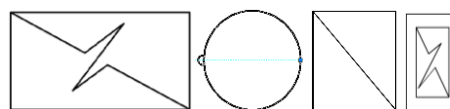


Рисунок 2 – Оборудование в виде блоков Autocad

Результатом применения библиотеки блоков является конструктивно-планировочная схема горячего цеха, кафе на 300 мест, выполненная с помощью программы AutoCad. Использование блоков при разработке схемы, позволило быстрее добиться результата и ускорить процесс проектирования на данном этапе.

Список литературы:

1. Герасимова Г.А. Проектирование предприятий общественного питания: справ. пособие/ Г.А.Герасимова, Н.Г. Константинова —М.: Стройиздат, 1992.: ил.
2. Никуленкова Т.Т. Проектирование предприятий общественного питания: учеб. / Т.Т. Никуленкова — М.: Колос, 2006. — 247 с: ил.

УДК 681.3.06

ВЫПОЛНЕНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА СВАРНОГО ИЗДЕЛИЯ В СРЕДЕ AutoCAD Mechanical 2016

С. А. Андрющенко, студент,

В. М. Бабенко, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: serj7274@mail.ru

На сегодняшний день сварка используется во всех сферах производства: в металлургии, машиностроении и кораблестроении и др. Применяют её во всех средах, в частности подводой и даже в космосе.

Цель доклада: разработать методику выполнения сборочного чертежа сварного узла в среде AutoCAD Mechanical 2016.

Надстройка Mechanical имеет ряд преимуществ над AutoCAD, в том числе при разработке

различных сборочных чертежей. Появляется возможность подключать различные ГОСТы, автоматически создавать спецификации, с помощью расширенных возможностей автоматизировать нанесение текстовых аннотаций на чертеже.

Рассмотрим последовательность выполнения сборочного чертежа на примере сварного узла "Опора", представленного на рисунках 1,2.

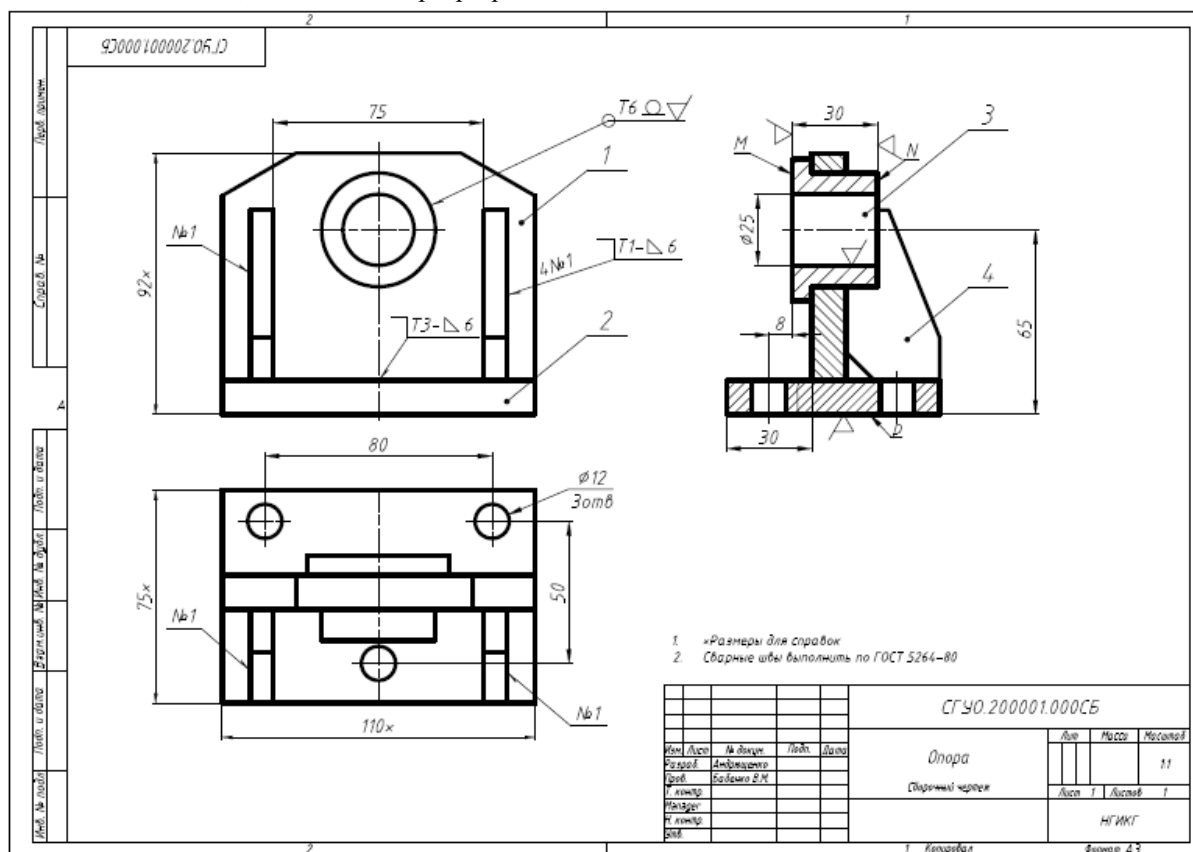


Рисунок 1 – Сборочный чертеж "Опора"

1. Выполнить рабочие чертежи деталей позиций 1,3,4. Деталь поз 2 выполняется как бесчертежная (см. рисунок 2). Три отверстия в детали позиции 2 выполняются после сварки.

2. Выполнить изображения сборки, используя рабочие чертежи деталей.

3. Проставить размеры, относящиеся к взаимному расположению свариваемых деталей, и размеры механической обработки.

Сверление отверстий в плите производят после обработки втулки, связывая их положение с торцом М.

Обозначение	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
				Документация		
A3			СГУО.200001.000СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
A4	1		СГУО.200001.001	Пластина	1	
B4	2		СГУО.200001.002	Плита	1	
				Лист 5 ГОСТ 98-71		
				Лист 20 ГОСТ 98-88		
				L=110мм, h=75мм	1	
A4	3		СГУО.200001.003	Втулка	1	
A4	4		СГУО.200001.004	Ребро	2	
СГУО.200001.000						
				Опора	Каф. НГИКТ	

Рисунок 2– Спецификация узла "Опора"

4. Применяя средства оформления чертежей, предварительно подключив действующие российские стандарты, нанести на чертеж условные обозначения неразъемных соединений.

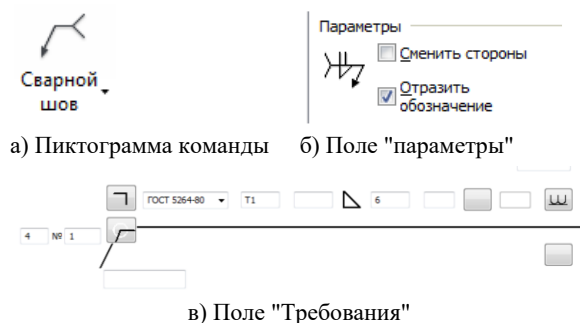


Рисунок 3 – Диалоговое окно команды «Сварной шов»

На рисунке 3 представлены поля диалогового окна "Обозначение сварного шва ГОСТ", в которых можно внести обозначения сварных швов в соответствии с ГОСТ 2.312-72.

Параметры окна «Сменить сторону» и «Отобразить» позволяют изменить расположение текстовой надписи относительно выносной линии.

Список литературы:

- ГОСТ 2.312-72 «Условные изображения и обозначения швов сварочных соединений»
- Бабенко В.М. Выполнение интегрированного задания по дисциплине "Компьютерная графика" /В.М. Бабенко : Новая наука: от идеи к результату: Международное научное периодическое издание по итогам Международной науч. практ. конф. (22 августа 2016 г, г. Сургут). / в 2 ч. Ч.1 - Стерлитамак: АМИ, 2016. – С. 9-12.

5. На последнем этапе выполнения сборочного чертежа к изображениям деталей, входящих в состав сборочной единицы, добавляются инфоточки ☒ для маркировки геометрии деталей (компонентов), включаемых в спецификацию. При добавлении свойства компонента в инфоточку это свойство автоматически добавляется в спецификацию. С каждой инфоточкой связывается номер позиции детали, создается спецификация, которую затем можно вывести в виде стандартной таблицы на поле чертежа, либо экспортировать в Microsoft Excel (формат .xls). На рисунке 4 представлено диалоговое окно "Инфоточка" со свойствами для детали позиции 4. Спецификация, экспортируемая в Microsoft Excel, представлена на рисунке 2.

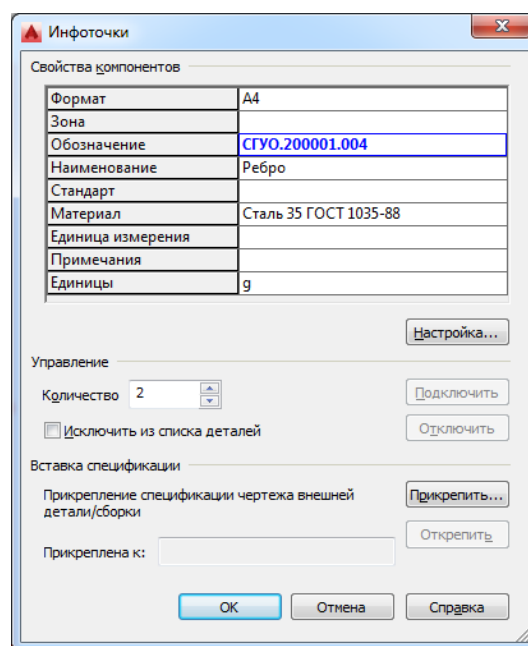


Рисунок 4 – Диалоговое окно "Инфоточка"

Выводы.

1. AutoCAD Mechanical, являясь частью технологии цифровых прототипов Autodesk, позволяет автоматизировать выполнение стандартных проектных задач, в том числе обозначение сварных швов; формирование, прикрепление и выравнивание выносок в соответствии со стандартом.

2. Повысить эффективность выпуска рабочих чертежей и спецификаций изделий за счет извлечения данных компонентов сборок.

РАЗДЕЛ 8. ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 630.3

ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ПО ЛЕСОЗАГОТОВКЕ В РОССИИ

И.А. Алисиевич, студентка гр. ТБ/6-21о

Л.И. Осадчая, доцент, канд. геогр. наук

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, 299053, Российская Федерация

e-mail: alisieovich.irisha@mail.ru

Предметы из натуральной древесины ценятся во всех странах. Для заготовки леса в России присутствуют все возможности. Предпочтение технологии лесозаготовки отдаётся в зависимости от:

- климата региона, в котором она будет применяться,;
- объёмов выработки древесины, запланированные на год;
- породы дерева и прочности его коры [1].

Лесозаготовка – это процесс заготовки древесины, включающий основные и вспомогательные операции по валке деревьев, вывозке их с лесосек и частичной переработке на лесных складах. Лесосечные работы составляют примерно 25-30% от общих трудозатрат по всему лесозаготовительному производству, транспортные (вывозка древесины) – 5-10%, лесоскладские – 15-20% и вспомогательные – 40-45%.

Лесозаготовительные предприятия оказывают комплексное воздействие на окружающую среду: атмосферу, животный и растительный мир, водную экосистему, почвенный покров.

Воздействие на атмосферный воздух при лесозаготовке не является существенным и все выбросы поглощаются лесным массивом. Загрязнение воздуха происходит в результате выбросов продуктов сгорания топлива лесосечной техники; выхлопных газов автомобильного транспорта; испарений из емкости хранения ГСМ.

Нарушение земель происходит при строительстве лесовозных дорог и веток. Уплотнению почвы подвержены места неоднократных проходов лесозаготовительных машин, в особенности трелевочных тракторов. Это магистральные, пасечные волоки, места складирования и погрузки древесины.

При лесозаготовке образуются *промышленные и бытовые отходы*. В состав промышленных отходов, как и на большинстве промышленных предприятий, входят отработанные ртутные лампы, масла и покрышки, аккумуляторная кислота, аккумуляторы, лом металлов, бумажные отходы делопроизводства, обтирочный материал и т.п. Бытовые отходы возникают при размещении вахтовых поселков.

Положительную роль в снижении влияния отходов на состояние окружающей среды оказывает

лесная сертификация и контроль над деятельностью лесозаготовителей со стороны государственных учреждений – лесхозов, лесничеств, Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору, ФАЛХ РФ.

Транспортные средства для лесозаготовки подразделяются на первичный транспорт, служащий для трелёвки (подвозки) заготавливаемой древесины от места повала деревьев (лесосеки) до погрузочных пунктов у лесовозных дорог, и транспорт, применяемый для перевозки леса по лесовозным дорогам. Для первичной транспортировки используют трелевочные тракторы, оборудованные погрузочными щитами, тяговыми лебёдками и сцепными приспособлениями [2].

Харвестеры – многооперационные лесосечные машины, предназначенные для выполнения комплекса операций: валка, обрезка сучьев, раскряжевка и пакетирование сортиментов при проведении сплошных и выборочных рубок, а также рубок ухода.

Форвардер – это погрузочно-транспортная машина манипуляторного типа для сбора на лесосеке и транспортировки сортиментов.

Форвардер полностью соответствует лесоводственно-экологическим требованиям, обеспечивая перевозку сортиментов длиной 2–6 м, максимальная рейсовая нагрузка – 11 м³, удельный расход топлива – 1,0–1,2 л/м³, производительность при подвозке на 500 м – 45–60 м³ в смену. Форвардер обеспечивает как трелевку сортиментов с лесосеки, так и подсортировку сортиментов, полученных из раскряжеванных на верхнем лесоскладе хлыстов [3]. Один комплекс «харвестер плюс форвардер» может заменить до 80 работающих на лесосеке по традиционной технологии. Объёмы заготавливаемой древесины несопоставимы с ручным трудом – по традиционной технологии бригада из семи-восьми человек заготавливает 7-8 тысяч кубометров за год, а связка «харвестер плюс форвардер» – до 60 тысяч и более.

Колёсные тракторы более манёвренны, скорости передвижения их выше, на базе серийных колёсных тракторов (тягачей) общего назначения созданы их транспортно-трелевочные модификации К-703 и Т-157. Для транспорта в горных и заболоченных лесах применяют канатные установки

с приводом от трелёвочных лебёдок ЛЛ-12, ЛЛ-14, ЛЛ-8.

Передвижное оборудование обычно устанавливается на лесосеках или на временных лесных складах. К нему относятся агрегаты ЛО-25 для очистки стволов деревьев от сучьев и передвижные сучкорезные машины СМ-2 и СМ-55.

Для нормальной и эффективной эксплуатации лесозаготовительного оборудования строятся вспомогательные сооружения и устройства – эстакады, подкрановые и подъездные пути, площадки и т.д. Для технического обслуживания и ремонта

машин в лесных условиях используют передвижные боксы, ремонтные мастерские, заправочные и подогревающие установки. Для ремонта машин в стационарных условиях строят ремонтно-механические мастерские с набором типового станочного и др. ремонтного оборудования [2].

Использование новой техники позволяет значительно повысить эффективность работы, снизить себестоимость лесозаготовок, а также улучшить условия и безопасность работы водителей и рабочих.

Список литературы:

1. Технология и оборудование лесозаготовок в России [Электронный ресурс], –http://wood-prom.ru/analitika/14161_tekhnologiya-i-oborudovanie-lesozagotovok-v-rossii
2. Технология лесозаготовок и деревообработки [Электронный ресурс], –<http://lomonosov-fund.ru/enc/ru/encyclopedia:0125623:article>
3. Родненков М. Г., Механизация и технология лесозаготовительных работ // М.Г. Родненков.- М.: Москва, 1966. – 216 с.

УДК 621.432:621.43.068:504.5.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫБРОСОВ ПАО «СЕВЭНЕРГО» НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И РАЗРАБОТКА НОРМАТИВОВ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ ВЫБРОСОВ

В.В. Бекирова, студент гр.ТБ-41д

Ю.В. Забелина, студент гр.ТБ-41д

Л.А. Ничкова, к.т.н., доцент

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская федерация, 299053

e-mail: vm@sevgtu.sebastopol.ua

Важное значение в наше время приобретает рациональное использование природных ресурсов. Особенно актуальна проблема снижения негативного техногенного воздействия, влияющего на экологическое состояние окружающей природной среды в целом. Основное воздействие предприятий на состояние воздушного бассейна в городах является загрязнение атмосферного воздуха. Количество, а также виды загрязняющих веществ, которые выбрасываются в атмосферу зависят от технологических процессов производства.

Предприятие, выбрасывающее загрязняющие вещества в атмосферный воздух, является источником загрязнения. Выбросы объектов на предприятии, являющиеся источниками загрязнения, подразделяются на стационарные и не стационарные. Стационарные источники располагаются в пределах территории предприятия и занимают недвижимое фиксированное положение. Стационарные источники могут быть организованными и неорганизованными. Разделение выбросов на группы происходит с целью установления контроля за ними.

Природопользователь несёт ответственность за каждый источник выделения вредных веществ и в соответствии с ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» обязан разрабатывать проект предельно допустимых выбросов для стационарных источников.

Расчет ПДВ проводился по данным конкретного предприятия ПАО «Севэнерго». Энергоснабжающая компания "Севастопольэнерго" обеспечивает электроэнергией промышленных и бытовых потребителей.

На предприятии имеется 14 источников выбросов загрязняющих веществ. В целом там же за год выбрасывается 2,5547 т/год загрязняющих веществ. В выбросах содержится 23 наименования веществ подлежащих нормированию. В том числе выбрасывается 11 твердых – 0,0729 т/год, 12 жидких и газообразных веществ – 2, 4817 т/год.

С целью разработки нормативов пре-

дельно допустимых выбросов загрязняющих веществ были определены основные источники образования и выделения в атмосферу загрязняющих веществ (автотранспорт предприятия, ремонтный бокс, ванна промывки деталей, моторный участок, токарный станок, аккумуляторный участок, сварочный пост, окрасочные работы, сварочный участок, склад строительных материалов, строительный участок, масло минеральное, трансформаторное масло, генератор).

Наибольшие значения концентраций в жилой зоне с учетом фонового загрязнения формируются по диоксиду азота и углерода оксиду, их значение составляет – 0,396 и 0,393 долей ПДК с учетом фона.

Разработка нормативов ПДВ предусматривает:

- первоначальную инвентаризацию источников выбросов вредных веществ;
- расчет нормативов ПДВ;
- получение разрешения на выброс.

При расчете ПДВ учитывались следующие значения данных:

- концентрация каждого вещества, полученного после лабораторного анализа;
- диаметр и устье каждой вентиляционной трубы;
- количество рабочих часов технологического оборудования;
- скорость газовойоздушной смеси на выходе из источника выброса;
- объем газовойоздушной смеси на 1 трубу.

В табл 1. приведены наименования 23 загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу предприятием, подлежащих государственному нормированию и для которых были разработаны нормы ПДВ.

Разработка ПДВ является мерой, которая позволяет снижать количество выбросов, проводить их контроль и устанавливать их качественный и количественный состав. Также расчет ПДВ помогает определить размер платежей, которые должны внести предприятия, за загрязнение атмосферного воздуха.

Таблица 1. – Результаты расчетов количественных характеристик выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ.

Загрязняющее вещество		Использ. критерий	Значения критерия мг/м ³	Класс опасности	Валовый выброс ЗВ, т/год
Код	Наименование				
0123	диЖелезотриоксид	ПДК _{с.с.}	0,04	3	0,0072
0143	Марганец и его соединения	ПДК _{м.р.}	0,01	2	0,0002
0155	диНатрий карбонат	ПДК _{м.р.}	0,15	3	0,0003
0164	Никель оксид	ПДК _{с.с.}	0,001	2	1e-7
0168	Олово оксид	ПДК _{с.с.}	0,02	3	0,002
0301	Азота диоксид	ПДК _{м.р.}	0,2	3	0,0259
0304	Азота оксид	ПДК _{м.р.}	0,4	3	0,0044
0328	Сажа	ПДК _{м.р.}	0,15	3	0,0005
0330	Сера диоксид	ПДК _{м.р.}	0,5	3	0,0049
0337	Углерод оксид	ПДК _{м.р.}	5	4	1,0897
0342	Фтора газообразные соединения	ПДК _{м.р.}	0,02	2	0,0003
0344	Фториды плохо растворимые	ПДК _{м.р.}	0,2	2	0,0001
0616	Диметилбензол	ПДК _{м.р.}	0,2	3	0,5756
0703	Бенза\пирен	ПДК _{с.с.}	0,000001	1	6e-10
1325	Формальдегид	ПДК _{м.р.}	0,035	2	6e-6
2704	Бензин	ПДК _{м.р.}	5	4	0,1745
2732	Керосин	ОБУВ	1,2	-	0,0106
2735	Масло минеральное	ОБУВ	0,05	-	0,0202
2752	Уайт-спирит	ОБУВ	1	-	0,5756
2754	Алканы C12-19	ПДК _{м.р.}	1	4	9,8e-6
2902	Взвешенные вещества	ПДК _{м.р.}	0,5	3	0,0425
2907	Пыль неорганическая: SiO ₂ >70%	ПДК _{м.р.}	0,15	3	0,0118
2908	Пыль неорганическая: SiO ₂ -70%	ПДК _{м.р.}	0,3	3	0,0083
Всего веществ(23):					2,5547

Таким образом, результаты расчетов свидетельствуют о соблюдении гигиенических стандартов качества атмосферного воздуха с учетом фоновое загрязнение атмосферы. В выбросах предприятий нет веществ, по которым не соблюдаются гигиенические стандарты качества атмосферного воздуха. Предприятие относится к 3-й категории. К 3-й категории относятся предприятия, выбросы которых, оказывая заметное воздействие на качество атмосферного воздуха, при этом не создают условий для превышения ПДК в селитебных зонах, или 0,8 ПДК в зонах, к

которым предъявляются повышенные экологические требования. Для таких предприятий необходимо проведение расчетов загрязнения атмосферы, но не требуется разработка природоохранных мероприятий и нормативы ПДВ могут устанавливаться на уровне существующих выбросов.

Оценка значимости воздействия на атмосферный воздух путём сравнения фактических выбросов с установленными нормативными значениями ПДВ показала, что нет превышения норм ПДВ.

Список литературы:

1. Максименко Ю.Л., Горкина И.Д., Шаприцкий В.Н. Оценка воздействия на окружающую среду и разработка нормативов ПДВ. М.:Интермет инжиниринг,1999г.

УДК 504.055

ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ, СОЗДАВАЕМОЙ РАДИО-ТЕЛЕВИЗИОННОЙ СТАНЦИЕЙ "ИСТОРИЧЕСКИЙ БУЛЬВАР"

М.А. Корж, студент,

В.С. Гутник, ассистент кафедры "Техносферная безопасность",
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: vsgutnik@gmail.com

При модернизации передающего радиотехнического объекта (ПРТО) "Радиотелевизионная станция "Исторический бульвар" (г. Севастополь, Исторический бульвар, 4), принадлежащей ФГУП "РТРС" "РТПЦ Республики Крым", в соответствии с требованиями нормативных документов [1, 2, 3] выполнен расчет параметров электромагнитного излучения (ЭМИ) в районе расположения объекта.

РТС "Исторический бульвар" предназначена для обеспечения качественного телерадиосигнала и сотовой связи в центральной и южной части г. Севастополя. На объекте находятся источники ЭМИ (излучающие антенны) в диапазоне частот от 76 до 12000 Гц, принадлежащие РТПЦ и двум операторам сотовой связи. Все антенны располагаются на башне высотой 60 м на высотах от 20 до 60 м. Режим их работы - круглосуточно, непрерывно.

Расчет электромагнитной обстановки на территории, прилегающей к модернизируемому объекту, выполнен с использованием программы "Программный комплекс анализа электромагнитной обстановки" ("ПК АЭМО", версия 4.0) Самарского ФГУП СОНИИР. В расчете учитывалась максимально возможная мощность, подводимая к антенне с учетом затухания в антенно-фидерном тракте и комбайнерах. Результатами оценки являются:

- графики распределения ЭМИ в вертикальной плоскости по азимутам максимального излучения;
- зоны ограничения застройки (ЗОЗ) в горизонтальной плоскости на различных высотах (от 9 до 62 м);
- значения критерия безопасности в контрольных точках.

На рисунке 1 представлена ЗОЗ на высоте 12 м от уровня земли, из которой видно, что по азимутам 170 - 290 град. в нее попадают три административные здания высотой 2 - 3 этажа.



Рисунок 1 – ЗОЗ на высоте 12 м

Сложившуюся неблагоприятную электромагнитную обстановку предлагается нормализовать за счет значительного (на 10 м) увеличения высоты подвеса антенн, принадлежащих одному из операторов мобильной связи, и уменьшению их мощности излучения на 20 %.

Выполненная оценка еще раз показала актуальность проблемы электромагнитного загрязнения окружающей среды в условиях стремительно развития средств связи.

Список литературы:

1. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03. «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов».
2. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1390-03. «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной связи».
3. МУК 4.3.1677-03. «Определение уровней электромагнитного поля, создаваемого излучающими техническими средствами телевидения, ЧМ радиовещания и базовых станций сухопутной подвижной радиосвязи».

УДК 628.54

УТИЛИЗАЦИЯ И СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ РТУТЬСОДЕРЖАЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

А.В. Бурдеева, студентка

Е.В. Добровольская, инженер

Г.А. Сигора, доц., канд. биол. наук, научный руководитель

Л.А. Ничкова, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г.Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: tamara_homenko93@mail.ru

Постоянное присутствие и высокое содержание ртути в городской среде и в различных видах отходов в существенной мере связано с использованием и периодическим выходом из строя разнообразных ртутьсодержащих изделий. Загрязнение окружающей среды ртутью весьма важная проблема, так как ртуть относится к чрезвычайно опасным веществам.

Ежегодно в России в эксплуатируемых ртутных лампах, примерное количество которых составляет 400-500 млн., содержится около 50 тонн ртути. Количество используемых энергосберегающих ламп увеличивается с каждым годом, как в России, так и во всем мире. Ртутьсодержащие лампы сбрасываются в мусорный бак и вывозятся на свалку, что приводит к тому, что в окружающую среду ежегодно поступает примерно 10 тонн ртути. Ртутные лампы представляют особую опасность как локальное загрязнение среды обитания токсичной ртутью, так как при разбивании лампы ртуть очень быстро испаряется.

Практически каждый компонент ртутьсодержащих ламп поддается переработке, в том

числе, используемые металлы, стекло и ртуть из люминофора. Переработанное стекло может использоваться в качестве сырья для производства изделий из стекла, или в качестве заполнителя бетона. Алюминиевые колпачки перерабатываются как металлический лом. Ртуть может восстанавливаться из люминофора различными способами в зависимости от технологии.

На территории России функционирует несколько десятков предприятий, на которых организована собственная переработка высококонцентрированных ртутьсодержащих отходов. С 2015 г и в городе Севастополе имеется предприятие "Южный город", которое занимается утилизацией и переработкой ртутьсодержащих ламп.

Принцип действия прибора «Экотром-2» основан на разделении ртутных ламп на главные составляющие: стекло, металлические цоколи и ртутьсодержащий люминофор.

Схема установки представлены на рис.1.

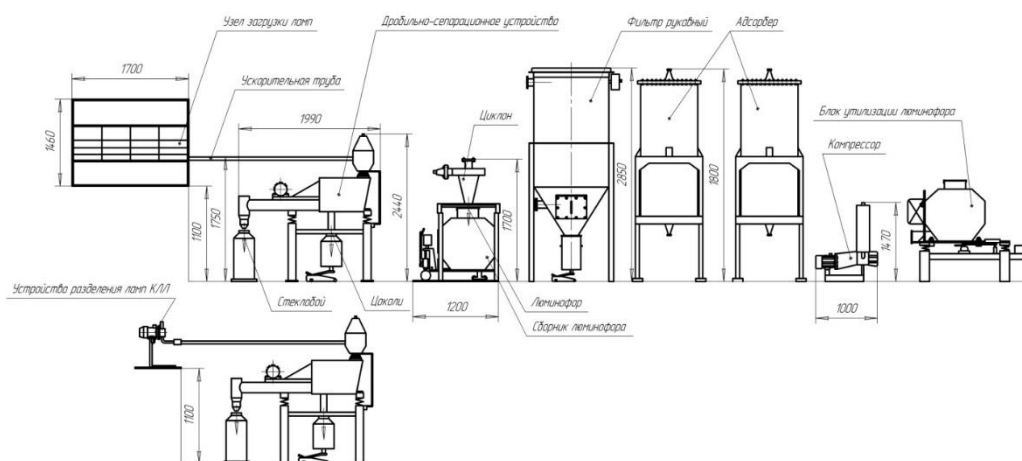


Рисунок 1 – Установка «Экотром-2»

Установка состоит из трех основных блоков: устройства разделения ламп, состоящего из узла

загрузки, который чередуется с устройством разделения ламп КЛЛ, дробильно-сепарационного устройства с дробилкой, системы

очистки, включающей в себя фильтр рукавный, адсорбер, газодувку с компрессором и блок переработки люминофора. Компрессор создает в установке разряжение по всему тракту с 5-8 КПА (в зоне загрузки ламп) до 19-23 КПА перед газодувкой, что обеспечивает безопасность работы на установке, так как исключаются пылевоздушные выбросы в производственное помещение.

Переработка ртутных ламп на установке "Экотром-2" проводится следующим образом:

1. Доставленные в специальных контейнерах ртутные лампы подаются в узел загрузки.

2. За счет высокого разряжения в пневмо-вибрационном сепараторе лампы одна за другой непрерывно подаются в ускорительную трубу, попадают в дробилку и измельчаются до крупности стекла до 8 мм.

3. Цоколи отделяются от стекла на вибрирующей решетке и удаляются в сборник – технологический контейнер.

4. Устройство разделение компактных люминесцентных ламп подсоединяется вместо загрузочного стола к ускорительной трубе через муфту с выходным патрубком.

6. Стекло от компактных люминесцентных ламп поступает под разряжением в установку "Экотром-2", где на пневмовибрационном сепараторе происходит его очистка от ртутьсодержащего люминофора.

7. Цоколь вынимается из ручки и помещается в контейнер. При необходимости цоколи некоторых компактных люминесцентных ламп обрабатываются демеркуризационным препаратом.

8. Отделение люминофора от стекла осуществляется за счет выдувания его в противоточно движущейся системе "стеклобой-воздух" в условиях вибрации. Очищенное от люминофора стекло поступает в бункер-накопитель. Конструкция пневмо-вибрационного сепаратора с дробилкой обеспечивает в процессе работы очистку стекла от ртути до величин значительно меньших ПДК

ртути в почве 2,1 мг/кг. Основная масса люминофора улавливается в циклоне и попадает в сборник люминофора (представляющий собой специализированный сборник). Продукт минерализации люминофора удаляется из сборника под воздействием вибрации и дальнейшие операции с ним осуществляются согласно ТУ2111-002-29496068-2010.

Вода после санитарной обработки помещения и периодической демеркуризации установки, скапливаемая в футерованном приемке, идет на смачивание люминофора.

Работа на установке должна вестись под постоянным аналитическим контролем аккредитованной лаборатории на содержание ртути в стеклобое, цоколях и в люминофоре. Определяется содержание паров ртути в воздухе рабочей зоны и на выходе воздушного потока из адсорбера в атмосферу.

Очищенные от ртути стекло и металлические цоколи (алюминиевые и стальные) используются как вторичное сырье. Минерализованный люминофор также может являться сырьем для получения ртути на специализированных предприятиях или депонирования.

Широкое распространение ртутьсодержащих ламп и высокая токсичность ртутьсодержащих отходов привели к необходимости разработки технологий экологически безопасной утилизации ртутьсодержащих элементов. На территории России функционирует несколько десятков предприятий по их переработке, есть возможность сдавать лампы на реутилизацию, однако очень небольшая доля людей понимает, насколько огромный вред может причинить здоровью и окружающей среде разбитая энергосберегающая лампа, и еще меньшее количество людей действительно сдает опасные отходы на переработку. Необходимо расширить количество пунктов приема отработанных ртутьсодержащих ламп, и сделать эти пункты приема доступными для населения.

Список литературы:

1. Безопасность жизнедеятельности: Учебник: /Под ред. С.В. Белова - М.: Высшая школа, 2002. – 476 с.
2. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. - М.: Стандартинформ, 2007.
3. ПОТ-РМ-001-93 Правила по охране труда при работе со ртутью. – М.: Минтруда России, 1993.

УДК 574.24

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ АНАЛИЗЫ ТЕСТ-ОБЪЕКТОВ НА ПРЕДМЕТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ХЛОРОФИЛЛА

Я.Н. Дорошенко, магистр

Т.Ю. Хоменко, ассистент

Г.А. Сигора, доц., канд. биол. наук, научный руководитель

Л.А. Ничкова, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г.Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: tamara_homenko93@mail.ru

У многих растений, чувствительных к загрязнению, наблюдается уменьшение наличия хлорофилла еще на начальных этапах, до проявления видимых изменений, что является весьма точным неспецифическим биоиндикационным признаком.

Для определения количества хлорофилла используют физико-химические анализы тест-объектов.

Один из таких методов основан на извлечении хлорофилла из проб листьев, взятых из разных районов города, в точках с разной антропогенной нагрузкой. В ходе эксперимента для извлечения хлорофилла использовался 96% спирт в качестве растворителя. Количество хлорофилла определяется с помощью калибровочной кривой, построенной с помощью спектрофотометра СФ -2.

Анализа для определения количества хлорофилла проводится поэтапно. Суть его заключается в следующем: навеску, сделанную из растительного материала тополя черного (1г) хорошо растирают с помощью битого стекла в фарфоровой ступке, при размешивании добавляют небольшое количество мела. При растирании необходимо добавить 25 мл 96-% спирта. Растертый материал с растворителем фильтруют через бумажный фильтр. Полученный экстракт переносят в мерную колбу на 50 мл и доводят до метки водой.

Далее проводятся замеры на спектрофотометре на длине волны 680-700нм. Каждое измерение проводится не менее 3 раз, а затем вычисляется среднее значение[1].

Также используется раствор Гетри, который готовится следующим образом:

- 1%-й раствор $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$;
- 2%-й раствор $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$;
- 7 %-й раствор NH_4OH .

Для приготовления 7 мл 18 процентного аммиака необходимо следовать следующей пропорции: 11мл воды; 28,5 мл $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; 50 мл $\text{K}_2 \text{Cr}_2\text{O}_7$; 10 мл NH_4OH . Данный раствор доводят дистиллированной водой до метки.

После приготовления раствор тщательно перемешивают. Затем раствор измеряют на спектрофотометре на длине волны 680-700 нм.

Каждое измерение производят 3 раза и находят среднее.

По полученным данным оптической плотности была построена калибровочная кривая. В калибровочной кривой по оси ординат были отложены полученные данные оптической плотности, а по оси абсцисс – содержание хлорофилла.

Промежуточные калибровочные растворы (концентрации 1,3,5 мг/л) готовят из исходного раствора Гетри с концентрацией 8,5 мг/л. Каждое измерение на спектрофотометре производят 3 раза и находят среднее.

По полученной калибровочной кривой определяют концентрацию хлорофилла.

Полученные значения представлены в таблице.

Таблица 1– Результаты сезонных исследований концентрации хлорофилла

Точка отбора проб	Осень	Весна
Точка 1	5,5	6,45
Точка 2	2,65	2,94
Точка 3	2,54	2,85
Точка 4	7,345	8,5
Точка 5	5,6	6,85

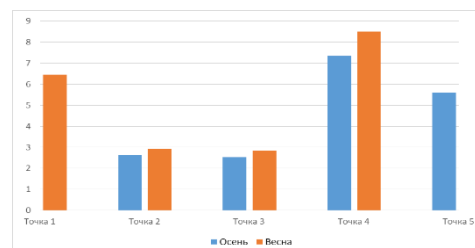


Рисунок 1 – Результаты сезонных исследований концентрации хлорофилла

Полученные данные показали, что в предполагаемо загрязненных точках (точка 2, точка 3, точка 4) наблюдается низкое содержание хлорофилла в отобранных пробах, что также по аналогии с предыдущими результатами свидетельствует о том, что и по показателю-концентрация хлорофилла тополь черный может быть использован в качестве тест-объекта.

Таблица 2 – Усредненные данные

	Флуктуирующая асимметрия	Каталаза	Хлорофилл
Точка 1	0,043	9,9	5,975
Точка 2	0,06	9,3	2,795
Точка 3	0,054	8,7	2,695
Точка 4	0,033	10,95	7,922
Точка 5	0,04	16,5	2,25

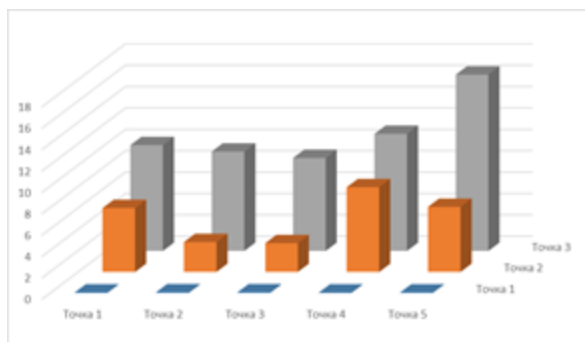


Рисунок 2 – Усредненные данные

По полученным результатам была проведена математическая обработка данных. Методом корреляции была получена достоверность результатов.

Корреляция выявила недостоверность полученных данных в точке 1 и в точке 5 по всем показателям, что может быть вызвано недостаточным количеством проведенных исследований.

Данные корреляции:

Список литературы:

1. Голубкина Н.А., Лосева Т.А. Лабораторный практикум по экологии. М.: НИЦ ИНФРА, 2014. 64 с.
2. Ходасевич Г.Б. Обработка экспериментальных данных на ЭВМ: Обработка одномерных массивов. Учебное пособие / Г.Б. Ходасевич. – СПб.: ГУ Телекоммуникаций, 2008. – 60 с.

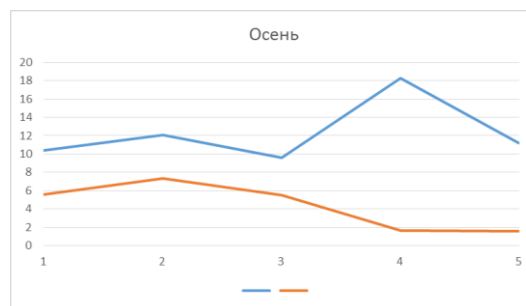


Рисунок 3 – Массив данных 1

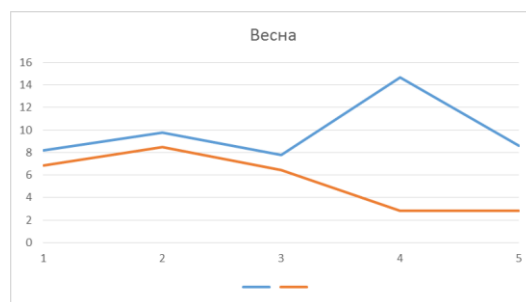


Рисунок 4– Массив данных 2

Таким образом, в ходе проведенных исследований были получены результаты, позволяющие использовать тополь черный в качестве тест-объекта оценки качества атмосферного воздуха прибрежных урбанизированных территорий методом биоиндикации. Полученные данные были статистически обработаны. Корреляция показала достоверность полученных результатов.

УДК 574.24

АНАЛИЗ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ЛИСТЬЕВ

Я.Н. Дорошенко, магистр

Т.Ю. Хоменко, ассистент

Л.А. Ничкова, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

Л.И. Осадчая, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: tamara_homenko93@mail.ru

Для изучения последствий загрязнения ОС используются методы фитоиндикации техногенных загрязнений. Одним из таких методов является определение флуктуирующей асимметрии как суммарного показателя, характеризующего качество окружающей среды.

Под флуктуирующей асимметрией (ФА) понимают независимое изменение билатеральных признаков организма. Установлено, что данное явление связано с нарушением динамики развития и существования живого организма в результате воздействия внешних факторов. Чаще всего такие изменения напрямую зависят от антропогенных факторов. Степень изморённости при изучении данного показателя зависит степени антропогенного воздействия того или иного фактора. Было выявлено, что чем сильнее действие того или иного антропогенного фактора, тем сильнее показатель асимметрии. Таким образом, изучая, разную степень изменчивости организмов по данному показателю можно судить о факторах загрязнения окружающей среды.

Флуктуирующая асимметрия является качественным показателем, позволяющим анализировать и контролировать качество среды. При этом такой анализ не является количественным и имеет большие недостатки. Таким недостатком, например, является то, что результаты необходимо сравнивать либо с результатами, взятыми либо в другой точке, либо в другое время. Так же показатель флуктуирующей асимметрии является относительным, так как только кумулятивное загрязнение может показать изменение в морфологии, например, листа.

Объектом исследования служили деревья тополя черного произрастающие в пос. Голландия (Нахимовский район), Балаклаве (Балаклавский район), Камышах (Гагаринский район), Инкермане (Балаклавский район), пр. Нахимова (Ленинский район).

В каждом биотопе собирали по 10-15 листьев приблизительно одного размера, с укороченных побегов нижней части кроны 3-4 деревьев приблизительно одного генеративного возраста, без признаков фаутиности. Сильно отличающиеся по размеру или имеющие повреждения листья выбраковывались.

В каждом отборе проб анализировали показатели по всем основным 5-ти параметрам, с левой и правой стороны листа.

Для оценки величины исследуемого показателя листовой пластинки тополя использовали стандартный набор из основных пяти морфологических признаков, характеризующих стабильность формообразования листа в онтогенезе (рисунок 1):

- 1 – ширина левой и правой половинок листа. Расстояние измеряется от центральной жилки до края листа,
- 2 – длина второй прожилки. Прожилка считается от основания листа,
- 3 – расстояние между первой и второй крупной прожилкой,
- 4 – расстояние, измеряемое от края каждой из прожилок,
- 5 – угол между основной главной прожилкой и второй прожилкой от основания листа.

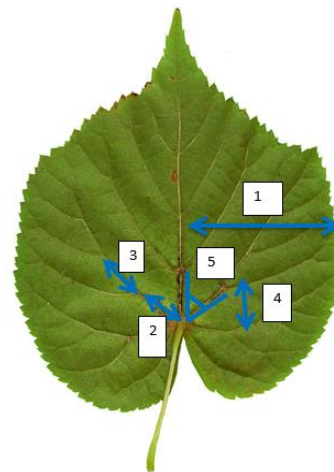


Рисунок 1 – Морфологические признаки, характеризующие стабильность формообразования листа

Все параметры измеряются любыми точными измерительными приборами.

Параметр флуктуирующей асимметрии вычисляется с помощью суммарно-интегрального показателя. Определяется величина среднего относительного различия к рассматриваемому признаку. Т.е. берется среднее арифметическое отношение разности, отнесенное к сумме замеров листа слева и справа по отношению к числу признаков.

В первом действии находим значение среднего относительного различия для левой и правой

сторон для каждого листа в каждой выборке отдельно для осени и весны. Для этого складываем все полученные относительные различия и делим полученное число на общее число признаков.

Во втором действии находим значение флуктуирующей асимметрии. Для этого находим разность значения среднего относительного различия левой и правой сторон, после этого складываем все полученные значения и искомую разность делим на сумму.

Итоговое значение находим по формуле:

$$\frac{X_{\text{л}} - X_{\text{п}}}{X_{\text{л}} + X_{\text{п}}'}$$

Подобные вычисления производят для каждого значения среднего относительного различия.

В третьем действии находим среднюю величину флуктуирующей асимметрии в выборке. Для этого складываем значения каждого выборки и делим сумму на количество этих значений.

Таблица 1 – Средняя величина флуктуирующей асимметрии в выборке

Точка отбора проб	Осень	Весна
Точка 1	0,04	0,047
Точка 2	0,06	0,061
Точка 3	0,052	0,057
Точка 4	0,032	0,034
Точка 5	0,039	0,041

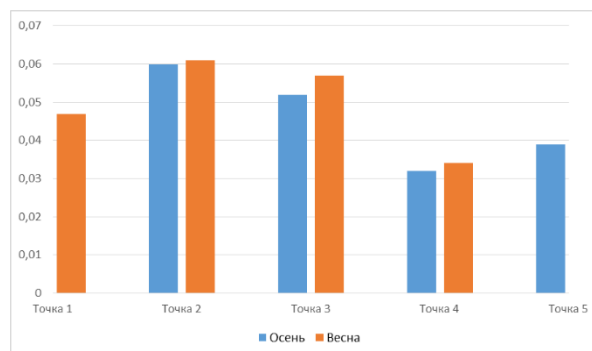


Рисунок 2 – Средняя величина флуктуирующей асимметрии в выборке

Для показателя флуктуирующей асимметрии Соколовым А.А была разработана шкала оценки отклонений от нормы. Шкала пятибалльная. 1 балл – является условной нормой, а 5 – баллов уже критическое состояние.

Таблица 2 – Шкала отклонений от нормы показателя флуктуирующей асимметрии

Балл	Значение показателя асимметричности
1	До 0,040
2	0,040 – 0,044
3	0,045 – 0,049
4	0,050 – 0,054
5	Более 0,054

Полученные результаты позволяют прийти к заключению, что тополь черный может быть использован в качестве тест-объекта по показателю – флуктуирующая асимметрия, о чем свидетельствует низкий показатель величины ФА в 4-х исследуемых точках из 5-ти.

Список литературы:

1. Неверова О.А., Колмогорова Е.Ю. Древесные растения и урбанизированная среда. Экологические и биотехнологические аспекты. – Новосибирск: Наука, 2003. 283 с.
2. Косовская М.А., Хренова, Т.К., Григорьева В.Н Организация фитомониторинга г.Севастополя: Сборник научных трудов СКУЭИП. 2014. 125 с.

УДК 504.062

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ УТИЛИЗАЦИИ БУРОВОГО ШЛАМА

А.Ш. Абибулаева, ассистент,

А.П. Буденный, доц., канд. хим. наук

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: ASAbibulaeva@sevsu.ru

Центры хранения крупнотоннажных отходов, образующихся при бурении нефтяных скважин, являются источниками постоянной экологической нагрузки на окружающую среду.

Среди отходов этого звена выделяют буровой шлам (БШ), который представляет собой смесь выбуренной породы и бурового раствора, удаляемого из циркуляционной системы буровой различными очистными устройствами. Объем выбуренного шлама может достигать 0,4 м³ с одного погонного метра проходки [1].

Буровые растворы используются для облегчения процесса бурения и упрощения технологической процедуры бурения. Их загрязняющая способность зависит от количества и токсикологической характеристики химических веществ, применяемых для приготовления.

Установлено, что для окружающей среды особенно большой вред наносят нефтепродукты, синтетические жирные кислоты и спирты, серо- и фосфорорганические соединения, бактерициды. Загрязняющие свойства буровых отходов обусловлены минералогическим составом выбуренной породы, пластовых флюидов и остатками бурового раствора [1]. Буровой шлам примерно на 60-80% состоит из выбуренной породы - тонко измельченной смеси суглинков, песчаников и аргиллитов. Кроме того, БШ содержит органические вещества (8%), водорастворимые соли (до 6%), утяжелитель, глину, нефть. По этой причине самовольный выброс бурового шлама в окружающую среду без специальных мер по обезвреживанию недопустим.

Гранулометрический состав бурового шлама определяется типом и диаметром породоразрушающего инструмента, механическими свойствами породы, режимом бурения, свойствами промывочной жидкости и эффективностью ее очистки [2].

В связи с множеством экологических и экономических проблем, возникающих при сборе и хранении буровых отходов, на сегодняшний момент в мире было разработано и внедрено много способов их переработки: термические, физические, химические, физико-химические и биохимические. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки.

Существуют методы утилизации буровых шламов с применением изготовленной продукции в дорожно-строительной отрасли [2], а также с получением композиционных строительных материалов и бетонов [2].

Бетон - это капиллярно-пористый материал со сложным агрегатным состоянием, в котором содержатся три фазы вещества: твердая фаза - крупный и мелкий заполнитель и кристаллический сросток вяжущего; жидкая фаза - твердеющей гели вяжущего (связанная вода) и вода в порах и пустотах (несвязанная); газообразная фаза - воздух в порах и пустотах.

Технология получения строительной конструкции гипсобетона основана на смешении минерального заполнителя (песка) и гипсового вяжущего. Гипсобетон отличается экологической чистотой, малой энергоемкостью, капиталоемкостью, сравнительно малой средней плотностью (500-1500 кг/м³) и теплопроводностью, достаточной несущей способностью и долговечностью, удовлетворительными звукоизоляционными качествами, легко режется и просверливается.

Для получения гипсового вяжущего может использоваться отход химической промышленности - фосфогипс, образующийся при сернокислотной переработке апатитов или фосфоритов в фосфорную кислоту (экстракционную) или концентрированные фосфорные удобрения [3]. При сернокислотном методе производства ортофосфорной кислоты на 1 т Н₃РО₄ в зависимости от сырья и принятой технологии образуется 4,3-5,8 т фосфогипса.

С целью обеспечения экологической безопасности и повышения стойкости экосистем, первоочередным заданием при переработке бурового шлама есть фиксирование тяжелых металлов и перевод их в неподвижные формы, недоступные для живых организмов. Выполнение этого условия возможно при установлении оптимального качественного и количественного состава гипсобетона, который удовлетворяет как экологические, так и технологические характеристики полученного строительного материала [2].

Технологическая блок-схема процесса утилизации бурового шлама представлена ниже (рисунок 1).

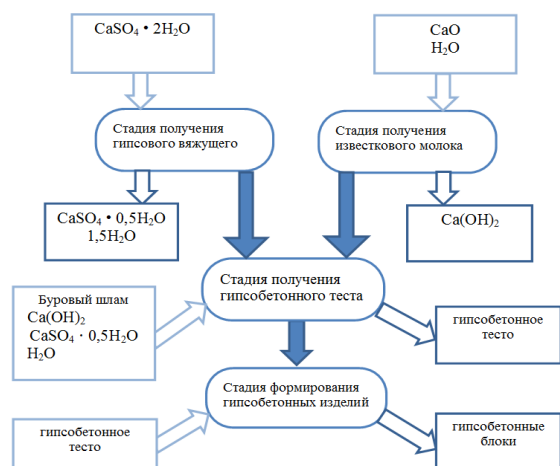


Рисунок 1 - Технологическая блок-схема процесса утилизации бурового шлама

Список литературы:

1. Пушкарева, М.В. Оценка природной среды на территориях нефтедобычи при инженерно экологических изысканиях [Текст] / М.В. Пушкарева, В.В. Середин, Л.О. Лейбович, А.А. Чиркова // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2014. – №6. – С. 35–41.
2. Лукутцова Н.П. Получение экологически безопасных строительных материалов из природного и техногенного сырья: дис... докт. техн. наук: 05.23.05 – Строительные материалы и изделия. – Белгород, 2005. – 443 с.
3. Трунова, И. О. Анализ основных направлений утилизации фосфогипса – отхода производства фосфорной кислоты [Текст] / И. О. Трунова, Р. В. Сидоренко, С. В. Вакал, Э. А. Карпович // Екологічна безпека. – 2010. – № 2. – С. 31–35.

УДК 581.6

ИССЛЕДОВАНИЕ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ГОРНО-ПРОМЫШЛЕННОГО ЛАНДШАФТА ПСИЛЕРАХСКОГО КАРЬЕРА

Е.С.Ефремова, студент,

И.А. Парфенова, доц., канд. биолог. наук, научный руководитель

Г.А. Довгаль, студент

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г.Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: antares.irina@mail.ru

На территории Балаклавы расположено два карьера по добыче флюсовых известняков – Кадыковский и Псилерахский. В настоящий момент добыча полезных ископаемых в первом прекращена из-за достижения уровня грунтовых вод. Второй же карьер продолжают разрабатывать, периодически откачивая собирающуюся на дне воду. Оба карьера являются примером антропогенно-нарушенного горно-промышленного ландшафта, который по завершении эксплуатации нуждается в рекультивации.

Для проведения биологического этапа рекультивации необходимо подобрать наиболее приспособленные для имеющихся условий виды растений. Одним из методов выявления таких растений является анализ древесно-кустарниковой растительности, появившейся в результате вторичной сукцессии.

В настоящей работе представлен результат изучения древесно-кустарниковой растительности Псилерахского карьера на территории площадью 0,98 км². При проведении инвентаризации для каждого растения отмечалось видовое название, условия произрастания и общее состояние по 3-х балльной шкале (1-хорошее, 2-удовлетворительное, 3-неудовлетворительное). Обследование территории проводилось в апреле 2016 г., с учетом общепринятых методик [1].

Систематическое положение таксонов приведено в соответствии с классификацией цветковых растений APG III [2] по международной базе данных The Plantlist [3].

На исследованной территории отмечено 1255 экземпляров деревьев и кустарников, которые относятся к 20 видам из 11 семейств и 18 родов.

Наибольшее распространение по количеству видов имеют покрытосемянные растения (Magnoliophyta) – 98,65 %, представленные 17 видами семейств Anacardiaceae, Betulaceae, Cornaceae, Fabaceae, Oleaceae, Rosaceae, Salicaceae, Tamaricaceae, Ulmaceae. Доля голосемянных составляет (Pinophyta) 1,36%.

Ведущее место по количеству экземпляров, более 86,5% флоры, принадлежит: *Ulmus minor* – 269 шт., *Quercus pubescens* – 181 шт.

Возрастной анализ показал, что большая часть представителей входит в возрастную группу от 7 до 10 лет, есть крупные представители возрастом 20-25 лет, при этом 11 % представителей дендрофлоры имеют удовлетворительное состояние, 89 % – хорошее, что подтверждает экологическое и фитосанитарное обследование.

В ряде случаев к карьере прилегает территория с нетронутой аборигенной растительностью, которая представлена в основном дубово-грабовыми лесами с обособленными группами можжевельников.

Таким образом, флора Псилерахского карьера представлена 20-ю видами хвойных и лиственных пород. Преобладающее количество растений находится в хорошем состоянии, что свидетельствует о интенсивно протекающем процессе естественного восстановления горнопромышленного ландшафта.

При проведении биологического этапа рекультивации рекомендуется сохранить аборигенные виды растений и использовать их в качестве представителей основного ассортимента для рекультивации карьера.

Список литературы:

1. Использование растений в экологическом мониторинге городов: Учебное пособие. – Псков, 2001. – 32 с.
Методика инвентаризации городских зеленых насаждений. Академия коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова. – Москва, 1997. – 14 с.
2. The Angiosperm Phylogeny. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III // Botanical Journal of the Linnean Society. – 2009. – V. 161, Iss. 2. – P. 105–202
3. The Plant List, 2013. Version 1.1; URL: <http://www.theplantlist.org/> (дата обращения 20.04.2016).

УДК 614.8

О «ДИНАМИЧНОСТИ» ПОКАЗАТЕЛЯ НАДЕЖНОСТИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

В.В. Аралова, студент,

А.Н. Одинцов, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: peot1@mail.ru

При оценке надежности той или иной системы используют стандартные методики оценки изложенные в [1,2]. Эти методики позволяют достаточно точно рассчитать только один показатель надежности – эксплуатационно-прочностной параметр $P_{\text{эп}}$ который и принимают за показатель надежности всей системы. По сути оценивается вероятность возможной величины внешнего воздействия и вероятность «несущей» способности самой системы. Зачастую такой подход приводит к погоне за большим количеством «девяток» после запятой при оценке показателя надежности и на самом деле может приводить к непредсказуемым последствиям.

Если обратиться к [3] то при использовании известных параметров плотностей распределений возможных внешних воздействий F и несущей способности системы M_1 и M_2 , вероятность отказа можно изобразить как область пересечения двух кривых, рис. 1(а,б). Чем дальше друг от друга расположены кривые, см. рис. 1б, тем меньше площадь их пересечения и тем ниже вероятность наступления негативного события.

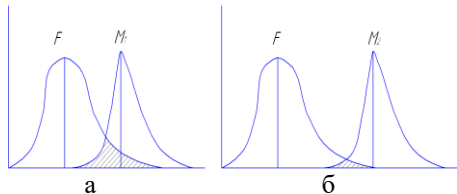


Рисунок 1 - Вероятности наступления негативного события

где, F – плотность распределения внешнего воздействия; M_1 и M_2 – плотности распределения несущей способности системы

Даже если предположить что в какой-то ситуации значение F приблизится к M то величина $P_{\text{сист}}$ будет приближаться к 0,5 но при этом система все еще будет способна выполнять свою функцию. Разрушение системы произойдет только в случае,

когда F будет больше M и, соответственно, величина $P_{\text{сист}}$ станет меньше 0,5.

Как известно надежность любой системы можно представить как произведение надежности

ее элементов в виде выражения $P_{\text{сист}} = \prod_{i=1}^n P_i$.

Аналогичный подход используется и в методике [4], предложенной профессором Севриковым В.В. Только в отличие от выше приведенной формулы, в ней предлагается оценивать основные составляющие самого параметра надежности, а именно: структурно-функциональную, параметрическую (или точностную) и эксплуатационно-прочностную составляющие.

$$P_{\text{сист}} = \prod_{j=1}^n P_{\text{сф}} \cdot P_{\text{п}} \cdot P_{\text{эп}} \dots P_j \quad (1)$$

Строго говоря, количество составляющих P_j в формуле (1) может быть увеличено или уменьшено в зависимости от поставленной задачи.

Показатель надежности системы становится еще более «динамичным» если рассматривать эргатическую систему, например, «человек-машина-окружающая среда», поскольку вычислить точное значение надежности человека-оператора зачастую не представляется возможным. В этом случае в выражение (1) необходимо включить показатель надежности человека-оператора $P_{\text{ч}}$.

Анализируя выражение (1) можно утверждать, что величина $P_{\text{сист}}$ будет постоянно меняться на протяжении любого рассматриваемого промежутка времени в зависимости от изменяющихся внутренних параметров системы и внешних условий воздействия на нее, а рабочий «динамический диапазон» параметра надежности любой системы должен находиться в промежутке между 1 и 0,5.

Список литературы:

1. ГОСТ 27.003-90 Состав и общие правила задания требований по надежности.
2. ГОСТ 27.301-95 Надежность в технике. Расчет надежности.
3. Решетов Д.Н. Работоспособность и надежность деталей машин. Учеб. пособие для маш. специальностей вузов. М., «Выш. Школа», 1974.
4. Карпенко В.А. Приводы измерительных приборов и автоматов и их надежность: Учеб. пособие для студ. приборостроит. спец./ В.А. Карпенко, А.П. Васютенко, В.В. Севриков. – К.: ИЗМН, 1996. – 253 с.

УДК 697.329

О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ВОЗДУШНОМ СОЛНЕЧНОМ КОЛЛЕКТОРЕ

А.А. Устинова, студент,

А.Н. Одинцов, доц., канд. техн. наук, научный руководитель

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053

e-mail: peot1@mail.ru

В последнее время проблема использования солнечной энергии привлекает к себе многих людей: исследователей, ученых, государственных деятелей. Поскольку развитие энергетики и промышленности ведет к необратимым нарушениям существующего в природе равновесия, остро встал вопрос о защите окружающей среды. Традиционная топливная энергетика играет не последнюю роль в загрязнении воздушного и водного бассейнов вредными выбросами, а также в «тепловом загрязнении» окружающей среды. Таким образом, новый энергоисточник, призванный заменить ископаемое топливо и обеспечить энергетические потребности будущего, должен быть не только достаточно мощным, но и достаточно «чистым».

Что касается обеспечения человечества энергией, то солнечное излучение по своим энергетическим ресурсам вполне способно удовлетворить все энергетические потребности. Солнечная энергия является исключительно «чистым» видом энергии. Ее использование не связано с загрязнением окружающей среды и нарушением теплового баланса нашей планеты. Проблема преобразования энергии солнечного излучения стоит того, чтобы уделить ей внимание и объективно оценить перспективы ее более широкого использования [1].

В целом можно выделить несколько основных направлений использования этой энергии:

- Горячее водоснабжение;
- Теплоснабжение;
- Получение электричества.

Для нагрева жидких теплоносителей как правило используют плоские коллекторы и вакуумные трубчатые коллекторы. Для нагрева газообразного теплоносителя, как правило воздуха, используют одноконтурные плоские коллекторы. Их использование позволяет получить наибольший КПД по сравнению с коллекторами других типов.

Существующие на данный момент разработанные модели воздушных солнечных коллекторов, обладают рядом существенных недостатков: во-первых они используют медленную естественную (гравитационную) циркуляцию теплоносителя, во-вторых для обеспечения этой циркуляции необходимо обеспечить достаточно большой тепловой напор внутри самого коллектора. Значительная разница температуры между внутренней полостью коллектора и окружающей средой приводит с

возрастанию тепловых потерь через прозрачное покрытие и корпус коллектора. Все эти факторы существенно снижают эффективность их работы.

В данной работе предложена модель вертикального солнечного коллектора, рис. 1, с принудительной циркуляцией теплоносителя для теплоснабжения зданий и сооружений.

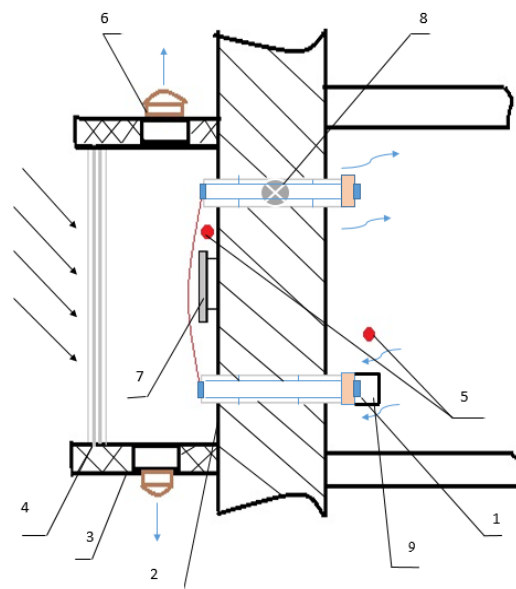


Рисунок 1 – Настенный солнечный коллектор с принудительной циркуляцией

где, 1 – термодатчик; 2 – поглощающее покрытие (наносится непосредственно на стену и выполняет роль «аккумулятора» тепла); 3 – рама; 4 – стеклопакет; 5 – температурные датчики; 6 – клапаны для сброса горячего воздуха; 7 – фотоэлемент; 8 – вентилятор; 9 – воздушный фильтр.

Принцип работы коллектора заключается в следующем. Солнечное излучение проходя через стеклопакет (4) попадает на поглощающее покрытие (2) и фотоэлемент (7). Фотоэлемент вырабатывает электрический ток под действием солнечных лучей и питает блок управления БУ. Излишки электрической энергии накапливаются в аккумуляторной батарее АБ и могут быть использованы в случае затенения фотоэлемента. В свою очередь блок управления контролирует термодатчики (1) и систему принудительной циркуляции воздуха, за

счет вентилятора (8). После открытия термодатчиков и запуска вентилятора, нагретый в коллекторе до заданной температуры воздух, попадает в помещение. Под действием блока управления можно контролировать уровень открытия термодатчиков а также сбросные клапаны (6). При помощи блока управления, существует возможность управления температурой и скоростью потока теплого воздуха. Контроль температуры осуществляется при помощи термодатчиков (5), которые располагаются в верхней части коллектора и непосредственно внутри помещения. Запуск принудительной циркуляции воздуха может осуществляться при разнице температуры в коллекторе и в помещении на уровне 2-4 °С.

На рисунке 2 представлена его структурно-функциональная схема

Использование термодатчиков и системы принудительной циркуляции теплоносителя позволит существенно снизить тепловые потери за счет снижения градиента температуры и тем самым существенно повысить эффективность его использования.

Список литературы:

1. Бринкворт, Б. Солнечная энергия для человека/ Брайан Бринкворт; перевод. с англ. В.Н. Оглоблева. Под ред. и с предисл. Б.В. Тарнижевского. М.: «Мир», 1976. — С. 291.

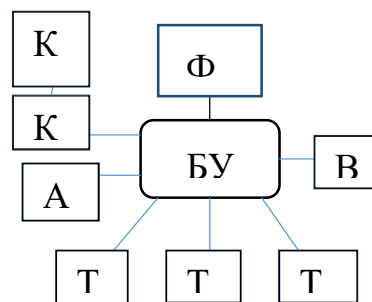


Рисунок 2 — Структурно-функциональная схема коллектора

К – клапан; Т – температурный датчик; В – вентилятор; ФЭ – фотоэлемент; БУ – блок управления

УДК 584.77

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ПРЯМОТОЧНОГО РАСПЫЛИТЕЛЬНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА В ПОМЕЩЕНИИ ПРИ ПОЖАРЕ

Е.А. Замятина, аспирант кафедры Техносферная безопасность

Л.А. Ничкова научный руководитель, завкафедрой Техносферная безопасность

Т.Ю. Хоменко ассистент кафедры Техносферная безопасность

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, 299053, Российская Федерация, 299053

e-mail: ezam80@mail.ru

Для решения практических задач ведения борьбы с пожарами важной составляющей является обеспечение защищенности людей от воздействия опасных факторов, а именно: высокой температуры, опасного уровня предельно-допустимых концентраций вредных веществ и т.д. Известны ряд исследований, преследующих цель оценки эффективности использования теплообменных устройств как технических средств ликвидации аварий в помещениях. В научной литературе в общем виде описаны физические процессы снижения среднеобъемной температуры в помещении, повышение оптической прозрачности среды, формирования условий, достаточных для объемного тушения.

В предыдущих исследованиях свойств ПРТО и способов их применения разработаны методики определения требуемого количества устройств в зависимости от их характеристик размеров защищаемых помещений. Однако кроме методики расчета количества ПРТО следует знать и методику расстановки этого количества в объеме объекта защиты. Решение этой задачи возможно при условии создания математической модели, описывающей работу одного или нескольких устройств ПРТО в помещении.

Анализ исследований в области создания моделей развития пожара свидетельствует, что наиболее достоверными являются дифференциальная (полевая), интегральная и зонная модель.

В основе модели работы ПРТО в помещении может быть использована зонная модель, как требующая меньших затрат машинного времени в отличие от дифференциальной, и более точная для достижения поставленных целей в отличие от интегральной.

Объем помещения условно разбивается на четыре характерные зоны с существенно отличающимися параметрами газовой среды. При этом, первая зона представляет собой конвективную колонку над очагом пожара. Вторая - состоит из нагретых газов и дыма, заполняющих припотолочные слои до плоскости равных давлений. Третья -

Список литературы:

1. Астапенко В.М., Кошмаров Ю.А., Поздняков В.И. Межзонный газообмен при пожаре в помещении // Системные исследования проблем пожарной безопасности: Сб. науч. тр. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1990. – С. 46–60.
2. Сафронов В.В. Выбор и расчет параметров установок пожаротушения и сигнализации. Учебное пособие / В.В. Сафронов, Е.В. Аксенова. – Орел: ОрелГТУ, 2004.-57с

состоит из воздуха с параметрами, характерными для момента начала горения. Четвертая – задается исходя из направленности струи выводимой из теплообменника паразитной газовой смеси и ее характеристик.

Определяющим фактором процесса развития пожара является газообмен между зонами. Включение в работу ПРТО способствует перемешиванию газовой среды в помещении за счет эжектирования высокотемпературной смеси из верхней части помещения и вывода охлажденной и увлажненной паразитной газовой смеси в нижнюю часть помещения. Как предполагалось ранее, входные части ПРТО представляют собой проемы, работающие только на вывод высокотемпературной газовой смеси из помещения, а выходные – на ввод.

Решение задачи сводится к определению границ соответствующих зон. В частности, граница зоны четыре задается исходя из условия, что газозовоздушная среда выводится в нижнюю часть помещения параллельно полу. Следовательно, по высоте зона будет ограничена плоскостью равных давлений, а по длине – линией нулевых скоростей. Положение границ зон не является постоянным и зависит от термодинамических характеристик газозовоздушная среда в помещении.

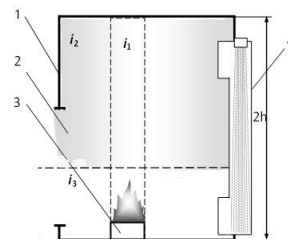


Рисунок 1. Схема условного расположения зон в помещении в начальной стадии пожара:

1 – модельное помещение высотой 2h; 2 – проем; 3 – очаг пожара; 4 – ПРТО

Научное издание

«Прогрессивные направления развития машиноприборостроительных отраслей и транспорта»

Материалы региональной студенческой научно-технической конференции
(г. Севастополь, 25 - 25 мая 2017 года)

Под редакцией А.А.Харченко, канд. техн. наук, доцента

Ответственный за издание

А.А. Ветрогон, зав.кафедрой «Автомобильный транспорт» СевГУ, канд. техн. наук,
доцент

Технический редактор Т.Ю. Хоменко

Формат 60х90 1/16. Усл. печ. л. 11.

Тираж экз. Зак. №

Издательство Севастопольский государственный университет (СевГУ)

Адрес: ул. Университетская, 33, г. Севастополь, 299053, Российская Федерация
Тел. 8(692) 54-49-49